



**POTENCIAL DE USO DE *Amblydromalus limonicus* (ACARI: PHYTOSEIIDAE)
PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DE *Diaphorina citri* (HEMIPTERA: Liviidae)
E AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO ÁCARO PREDADOR SOBRE OUTROS
ARTRÓPODES EM POMARES CÍTRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO**

LÍLIAN RENATA DE OLIVEIRA SIKORSKI

Dissertação apresentada para a obtenção do título
de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e
Ambiental no Agronegócio. Área de concentração:
Segurança Alimentar e Sanidade no
Agroecossistema

SÃO PAULO
2024

**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SÃO
PAULO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO BIOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANIDADE, SEGURANÇA ALIMENTAR
E AMBIENTAL NO AGRONEGÓCIO**

**POTENCIAL DE USO DE *Amblydromalus limonicus* (ACARI: PHYTOSEIIDAE)
PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DE *Diaphorina citri* (HEMIPTERA: Liviidae)
E AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO ÁCARO PREDADOR SOBRE OUTROS
ARTRÓPODES EM POMARES CÍTRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO**

LÍLIAN RENATA DE OLIVEIRA SIKORSKI

Dissertação apresentada para a obtenção do título de
Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e
Ambiental no Agronegócio. Área de concentração:
Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema

SÃO PAULO
2024

LÍLIAN RENATA DE OLIVEIRA SIKORSKI

**POTENCIAL DE USO DE *Amblydromalus limonicus* (ACARI: PHYTOSEIIDAE)
PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DE *Diaphorina citri* (HEMIPTERA: Liviidae)
E AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO ÁCARO PREDADOR SOBRE OUTROS
ARTRÓPODES EM POMARES CÍTRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de
Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no
Agronegócio.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no
Agroecossistema

Orientador: Prof. Dr. Mário Eidi Sato

SÃO PAULO
2024

Eu **Lilian Renata de Oliveira Sikorski**, autorizo o Instituto Biológico (IB-APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, a disponibilizar gratuitamente e sem ressarcimento dos direitos autorais, o presente trabalho acadêmico de minha autoria, no portal, biblioteca digital, catálogo eletrônico ou qualquer outra plataforma eletrônica do IB para fins de leitura, estudo, pesquisa e/ou impressão pela Internet desde que citada a fonte.

Assinatura: Lilian R. O. Sikorski Data 12 / 07 / 24

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
Núcleo de Informação e Documentação – IB

Sikorski, Lilian Renata de Oliveira.

Potencial de uso de *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) para o controle biológico de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) e avaliação do impacto do ácaro predador sobre outros artrópodes em pomares cítricos do estado de São Paulo. / Lilian Renata de Oliveira Sikorski. - São Paulo, 2024.

55 p.

doi: 10.31368/PGSSAAA.2024D.LS06

Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Linha de pesquisa: Manejo integrado de pragas e doenças em ambientes rurais e urbanos.

Orientador: Mário Eid Sato

Versão do título para o inglês: Potential use of *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) for the biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) and evaluation of the impact of the predatory mite on other arthropods in citrus orchards in the state of São Paulo.

1. Controle biológico 2. Ácaros predadores 3. Psílideo 4. *Brevipalpus spp*
I. Sikorski, Lilian Renata de Oliveira. II. Sato, Mário Eid III. Instituto Biológico (São Paulo) IV. Título.

IB/Bibl./2024/06

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Lílian Renata de Oliveira Sikorski

Título: Potencial de uso de *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) para o controle biológico de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) e avaliação do impacto do ácaro predador sobre outros artrópodes em pomares cítricos do estado de São Paulo.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio do Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo para a obtenção de título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Aprovado em: 19 / 06 / 2024

Banca Examinadora

Prof. Dr. Mário Eidi Sato

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: Aprovado Assinatura: 

Prof. Dr. Luiz Carlos Dias da Rocha

Instituição: IFSULDEMINAS

Julgamento: Aprovado Assinatura: 

Prof. Dr. Miguel Francisco de Souza Filho

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: Aprovado Assinatura: 

À minha mãe Deliane e

À minha filha Elis,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Mário Eidi Sato, pela oportunidade, pelo apoio, pelas aulas ministradas, por todo ensinamento e orientação compartilhado durante a realização deste trabalho, por ser um mestre exemplar.

À Dra. Maria Cristina Vitelli Queiroz, pelo convite em participar de um projeto dessa magnitude, pelos ensinamentos, pela amizade, pelo exemplo de luta e uma conduta exemplar na pesquisa.

Ao Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro, pelos ensinamentos, pelo auxílio, dicas técnicas e pela identificação das espécies, fundamental para interpretação e conclusão deste trabalho.

Ao Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus), pela parceria, auxiliando nas escolhas das áreas para os experimentos.

À Dra. Valdenice Moreira Novelli do Centro de Citricultura “Sylvio Moreira”, do IAC, pela parceria, cedendo gentilmente populações de artrópodes pragas.

Aos sítios parceiros, Sítio – Jaguariúna, ao proprietário Sr. Junior, e Sítio Citrus Tree – Mogi Mirim; em especial a Bruna, diretora da empresa, por todo apoio durante o processo.

Aos professores da banca professor Miguel Francisco de Souza Filho, pela aula ministrada durante a pós, e pelas correções e ao professor Dr. Luiz Carlos Dias da Rocha, pela disponibilidade em participar da banca e pela orientação nas correções deste trabalho.

À todos os professores e professoras que ministraram as aulas da PPG-IB, por todo ensinamento compartilhado, também a professora Juliana Freitas-Astúa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro à pesquisa (Processos: 2019/25078-9; 2021/11965-3).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À CAPES pela bolsa de mestrado concedida.

Agradeço ao Governo do Estado de São Paulo pela oportunidade em ingressar no programa de pós-graduação do Instituto Biológico.

À equipe do laboratório, pela convivência, trocas de experiência, em especial ao Dr. André Luís Matioli, à Catarina, por muitas vezes ceder populações de predadores, ao Guilherme e Melina, pela amizade e por vezes me auxiliar nas liberações em campo, Mariana, Mayra pelo carinho e compartilhar ensinamentos.

Agradecimentos especiais, de extrema importância e necessária, para o suporte dessa jornada em minha vida pessoal, assim como:

À minha mãe, que amo muito, que sempre me incentivou e me apoio na busca por mais conhecimentos, uma vizinha carinhosa e zelosa e pelo exemplo de força, de garra e coragem.

À minha filha Elis, que amo intensamente e imensuravelmente! Que por muitas vezes, em campo, no laboratório ou em casa, me acompanhar, dividindo seu tempo de brincar com minhas horas de trabalho!

À minha família, em especial minha tia Ivonir, meu tio Eduardo e tia Silvana. “Ainda, agradeço a Cida, mesmo sendo minha ex-sogra, é uma avó adorável para minha filha, foi uma pessoa que me ofereceu apoio crucial durante essa jornada”

Dra. Marcia Rodrigues Gonçalves, pela amizade, pelo apoio, sempre, pelos seus ensinamentos e estímulos, orações, companheirismo e pela carta de indicação para ingresso neste projeto.

À Diretora Ana Jacobson da escola João Lourenço, pelo apoio sempre, pela carta de indicação para ingresso neste projeto. Dessa escola também, agradeço a coordenadora Ana Paula Baldejão, pelo exemplo de carinho e excelente conduta profissional.

Aos meus queridos amigos e amigas, que fizeram parte da minha trajetória durante esse processo, compreendendo minha correria de sempre, porém se fazendo presente ao menos para uma pausa para o café e bate papo, em especial Luandra, Michele, Ariane, Fernanda, Larissa, Nelson Rodrigues, Tiago Scompa, Gustavo, Luchas.

À Deus, força suprema manifestada na Natureza, que me prosto a contemplar por sua magnitude, beleza e graça.

Todo o trabalho realizado foi motivado pelo desejo de contribuir para um mundo mais saudável e com melhor qualidade ambiental para minha filha, para esta e para próximas gerações futuras.

RESUMO

SIKORSKI, LÍlian Renata de Oliveira. **Potencial de uso de *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) para o controle biológico de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) e avaliação do impacto do ácaro predador sobre outros artrópodes em pomares cítricos do estado de São Paulo.** 2024. 55f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) - Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2024.

O psílídeo *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) é o vetor da bactéria *Candidatus Liberibacter* (CL) associada ao greening ou Huanglongbing (HLB), considerada uma das principais doenças de citros no mundo. Devido à gravidade da doença e à rápida propagação nos pomares são necessárias frequentes aplicações de inseticidas para o controle do inseto-vetor, causando impactos significativos ao meio ambiente e aumento do custo de produção. *Euseius concordis* (Chant), *Euseius citrifolius* Denmark & Muma e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma são as espécies de ácaros predadores da família Phytoseiidae mais frequentes e abundantes nos pomares cítricos do estado de São Paulo. Entre os ácaros fitófagos, os mais abundantes são os das famílias Tenuipalpidae (ex.: *Brevipalpus* spp.), Eriophyidae (ex.: *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead)) e Tetranychidae (ex.: *Panonychus citri* (McGregor), *Tetranychus* spp.). O objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial de uso do ácaro predador *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor) para o controle biológico de pragas em citros, com ênfase em *D. citri*. Os objetivos específicos foram: 1) avaliar a capacidade de predação sobre ovos do psílídeo e a oviposição de *A. limonicus*, em condições de laboratório; 2) avaliar o efeito da liberação do ácaro predador em pomares cítricos paulistas (orgânico e convencional) sobre os outros artrópodes presentes nas plantas cítricas; 3) comparar a capacidade de estabelecimento, e a influência sobre outros artrópodes presentes em pomares de citros, de *A. limonicus* com *Typhlodromus transvaalensis* (Nesbitt) (Acari: Phytoseiidae). Os experimentos de liberação do ácaro predador em pomares cítricos foram conduzidos nos municípios de Mogi Mirim (pomar orgânico de limão-taiti – *Citrus latifolia* Tanaka) e Jaguariúna (pomar convencional de laranja – *Citrus sinensis* var. Pera Rio), no estado de São Paulo, Brasil. Foram realizadas liberações mensais de aproximadamente 500 ácaros predadores por planta, para cada espécie e data de liberação. Considerando-se apenas o pomar orgânico de citros, os resultados indicam influência significativa de *A. limonicus* na redução populacional de *Brevipalpus* spp. e *P. oleivora*. Para o efeito sobre outros ácaros predadores, foi observada redução populacional de *E. concordis*, no tratamento com liberação de *T. transvaalensis*, porém, com aumento na abundância de *I. zuluagai*. Para *T. transvaalensis*, não foi observado estabelecimento de ácaros desta espécie após sua liberação nas plantas de citros. No caso de *A. limonicus*, foi observado um aumento no número de ácaros desta espécie nas plantas cítricas com liberação de *A. limonicus*, ao longo do período de liberação (fevereiro a novembro de 2023), indicando potencial de uso deste predador no controle de artrópodes-praga em pomares cítricos paulistas. No experimento em pomar convencional de laranja, não foi observado o estabelecimento de *A. limonicus* nas plantas de citros, provavelmente devido à competição com as outras espécies de ácaros predadores (*I. zuluagai*, *E. concordis*) presentes no pomar e ao efeito tóxico dos defensivos agrícolas. Os experimentos em laboratório foram conduzidos no Instituto Biológico em Campinas, SP. Os testes de predação de *A. limonicus* sobre *D. citri* indicaram taxa média de predação de 4,75 ovos do psílídeo por fêmea do predador por dia.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, ácaros predadores, psílídeo, *Brevipalpus* spp.

ABSTRACT

SIKORSKI, LÍlian Renata. **Potential use of *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) for the biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) and evaluation of the impact of the predatory mite on other arthropods in citrus orchards in the state of São Paulo.** 2024. 55f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) - Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2024.

The psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) is the vector of the bacterium *Candidatus Liberibacter* (CL) associated with greening or Huanglongbing (HLB), considered one of the main citrus diseases in the world. Due to the severity of the disease and its rapid spread in orchards, frequent applications of insecticides are necessary to control the insect vector, causing significant damage to the environment and increasing production costs. *Euseius concordis* (Chant), *Euseius citrifolius* Denmark & Muma and *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma are the most frequent and abundant species of predatory mites from the Phytoseiidae family in citrus orchards in the state of São Paulo (SP). Among phytophagous mites, the most abundant are those from the families Tenuipalpidae (e.g.: *Brevipalpus* spp.), Eriophyidae (e.g.: *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead)) and Tetranychidae (e.g.: *Panonychus citri* (McGregor), *Tetranychus* spp.). The objective of the present research was to evaluate the potential use of the predatory mite *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor) for the biological control of pests in citrus, with an emphasis on *D. citri*. The specific objectives were: 1) evaluate the predation capacity on psyllid eggs and the oviposition of *A. limonicus*, under laboratory conditions; 2) evaluate the effect of releasing the predatory mite in citrus groves (organic and conventional) on other arthropods present on citrus plants, in the state of São Paulo; 3) compare the establishment capacity, and the influence on other arthropods present in citrus orchards, of *A. limonicus* with *Typhlodromus transvaalensis* (Nesbitt) (Acari: Phytoseiidae). The predatory mite release experiments in citrus orchards were conducted in the municipalities of Mogi Mirim (organic Tahiti lemon orchard – *Citrus latifolia* Tanaka) and Jaguariúna (conventional orange orchard – *Citrus sinensis* var. Pera Rio), in the state of São Paulo, Brazil. Monthly releases of approximately 500 predatory mites per plant were carried out, for each species and release date. Considering only the organic citrus orchard, the results indicate a significant influence of *A. limonicus* on the population reduction of *Brevipalpus* spp. and *P. oleivora*. For the effect on other predatory mites, a population reduction of *E. concordis* was observed in the treatment with release of *T. transvaalensis*, however, with an increase in the abundance of *I. zuluagai*. For *T. transvaalensis*, no establishment of mites of this species was observed after its release on citrus plants. In the case of *A. limonicus*, an increase in the number of mites of this species was observed on citrus plants with the release of *A. limonicus*, throughout the release period (February to November 2023), indicating the potential use of this predator in the control of pest arthropods in citrus orchards in the state of São Paulo. In the experiment in conventional orange orchard, the establishment of *A. limonicus* was not observed on citrus plants, probably due to the competition with other species of predatory mites (*I. zuluagai*, *E. concordis*) present in the orchard and the toxic effect of pesticides. Laboratory experiments were conducted at Instituto Biológico in Campinas, SP. Predation tests of *A. limonicus* on *D. citri* indicated average predation rate of 4.75 psyllid eggs per predator female per day.

KEYWORDS: Biological control, predatory mites, psyllid, *Brevipalpus* spp.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Folhas com sintomas de Greening ou Huanglongbing.....	13
Figura 2. Ovos de <i>Diaphorina citri</i> (A). Fase adulta do psílídeo (B).....	14
Figura 3. Sintomas da leprose dos citros: Lesões necróticas com halo amarelo (A); Lesões em folha (B).....	17
Figura 4. Ácaro-da-leprose, <i>Brevipalpus yothersi</i> (Acari: Tenuipalpidae).....	17
Figura 5. Ácaro-da-falsa-ferrugem, <i>Phyllocoptruta oleivora</i> (Acari: Eriophyidae).....	19
Figura 6. Sintomas do ácaro-da-falsa-ferrugem: Sintoma na folha (A); Sintoma no fruto (B).....	19
Figura 7. Ovos de <i>Amblydromalus limonicus</i> (A); Fase adulta de <i>A. limonicus</i> (B).....	24
Figura 8. Criação de <i>Oligonychus ilicis</i> em laboratório.....	26
Figura 9. Recipiente utilizado para a criação do Astigmata <i>Thyreophagus. cracentiseta</i>	27
Figura 10. Criação de <i>Amblydromalus limonicus</i> em laboratório (A e B).....	28
Figura 11. Criação de <i>Diaphorina citri</i> em laboratório.....	29
Figura 12. Ovos do psílídeo <i>Diaphorina citri</i> predados (círculo) por <i>Amblydromalus limonicus</i> na arena de teste de predação.....	30
Figura 13. Adulto (seta) e um ovo (círculo) de <i>Amblydromalus limonicus</i> na arena de teste predação de <i>Diaphorina citri</i>	30
Figura 14. Área de Extensão de terra e descrição da área ao redor. No círculo: empresa Citrus Tree; e marcação em retângulo: área do Experimento 1, plantio de limão-taiti orgânico.....	31

Figura 15. Área experimental de cultivo orgânico de limão-taiti (Sítio Figueira), município de Mogi Mirim-SP, divisa com Artur Nogueira-SP.....	32
Figura 16. Abrigos utilizados para liberação de ácaros predadores (tubos plásticos com 10 cm comprimento x 2 cm de diâmetro, contendo ácaros Astigmata e predadores): Tubo com marcação em preto para <i>Typhodromus transvaalensis</i> (A); Tubo com marcação em amarelo para <i>Amblydromalus limonicus</i> (B).....	33
Figura 17. Triagem de artrópodes coletados em plantas de citros, no Laboratório de Acarologia do Instituto Biológico.....	34
Figura 18. Área de Extensão de terra e descrição da área ao redor. Área do Experimento 2, plantio convencional de laranja.....	35
Figura 19. Árvore e frutos do cultivo convencional de laranja, município de Jaguariúna-SP.	36
Figura 20. Marcação da árvore central da parcela, município de Jaguariúna-SP.....	36
Figura 21. Predação de ovos de <i>Diaphorina citri</i> por uma fêmea adulta de <i>Amblydromalus limonicus</i> , em arena de folha de citros, ao longo de quatro dias, a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 10\%$	37
Figura 22. Relação entre a oviposição de fêmeas de <i>Amblydromalus limonicus</i> e o número de ovos de <i>Diaphorina citri</i> consumidos por fêmea do predador por dia, em arena de folha de citros, a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 10\%$	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Ácaros coletados em folhas de limão-taiti, em áreas com liberação (ou não) de ácaros predadores das espécies <i>Amblydromalus limonicus</i> e <i>Typhlodromus transvaalensis</i> , no município de Mogi Mirim, SP, em sistema de produção orgânico, no período de 14/02/2023 a 27/10/2023.....	41
Tabela 2. Número médio ($\pm$ EP) de ácaros por parcela (16 folhas) em pomar orgânico de limão-taiti, em plantas de citros com (ou sem) liberação de ácaros predadores. Mogi Mirim, fevereiro a novembro de 2023.....	42
Tabela 3. Relação entre os números de ácaros predadores (<i>Euseius concordis</i> , <i>Iphiseiodes zuluagai</i>) e ácaros fitófagos (<i>Tetranychus</i> sp., <i>Brevipalpus</i> spp.), por parcela (16 folhas), para diferentes tratamentos [1) Com liberação de <i>Amblydromalus limonicus</i> (Al), 2) Com liberação de <i>Typhlodromus transvaalensis</i> (Tt). 3) Controle (Co) (sem liberação de predadores)], utilizando-se análise de correlação (r = coeficiente de correlação de Pearson). Mogi Mirim, SP, fevereiro a novembro de 2023.....	43
Tabela 4. Ácaros coletados em folhas de laranja, em áreas com liberação (ou não) de ácaros predadores das espécies <i>Amblyseius limonicus</i> e <i>Typhlodromus transvaalensis</i> , no município de Jaguariúna, SP, em sistema de produção convencional, no período de 29/05/2023 a 30/11/2023.....	45

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS	v
1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 História e aspectos gerais da citricultura no Brasil.....	12
3.2 Principais artrópodes-praga: vetores de doenças em citros no Brasil	12
3.2.1 <i>Diaphorina citri</i> e HLB	12
3.2.1.1 Manejo de HLB no Brasil.....	14
3.2.2 <i>Brevipalpus yothersi</i> e leprose dos citros	16
3.3 Outros artrópodes-praga em citros, com ênfase em ácaros fitófagos	18
3.3.1 Ácaros fitófagos.....	18
3.4 Controle biológico de pragas	20
3.4.1 Ácaros predadores em citros.....	20
3.4.2 Controle biológico aplicado	21
3.4.3 <i>Amblydromalus limonicus</i> (Acari: Phytoseiidae)	22
3.4.4 <i>Typhlodromus transvaalensis</i> (Acari: Phytoseiidae)	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 Capacidade de predação de <i>A. limonicus</i> sobre <i>Diaphorina citri</i> e taxa de oviposição do predador.....	26
4.1.1 Criação de ácaros utilizados como alimento para os ácaros predadores	26
4.1.2 Criação e manutenção do ácaro predador <i>Amblydromalus limonicus</i>	27
4.1.3 Criação e manutenção do ácaro predador <i>Typhlodromus transvaalensis</i>	28
4.1.4 Criação de <i>Diaphorina citri</i>	28

4.1.5 Testes de predação de <i>Diaphorina citri</i> em laboratório.....	29
4.2 Estudos de liberação de <i>Amblydromalus limonicus</i> em pomares cítricos	31
4.2.1 Experimento 1	31
4.2.2 Experimento 2	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1 Capacidade de predação de <i>Amblydromalus limonicus</i> sobre <i>Diaphorina citri</i> e taxa de oviposição do predador	37
5.2 Estudos de liberação de <i>Amblydromalus limonicus</i> em pomares cítricos	39
5.2.1. Experimento 1	39
5.2.2 Experimento 2	44
6. CONCLUSÕES.....	46
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1. INTRODUÇÃO

As plantas cítricas são das árvores frutíferas mais conhecidas, cultivadas e estudadas no mundo. Sua importância transcende fronteiras geográficas e culturais, sendo valorizadas não apenas por sua produção de frutas, mas também por sua significativa contribuição socioeconômica e histórica. Os citros pertencem à família das Rutáceas e têm como gêneros de interesse econômico *Citrus*, como principal, que abrange a laranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), a tangerina (*Citrus reticulata* Blanco), a lima-ácida (*Citrus latifolia* Tanaka), o limão (*Citrus limon* (L.) Burn) e o pomelo (*Citrus paradisi* Macfad). Sobressaem dos outros gêneros, *Poncirus trioliata* como porta-enxerto e kumquat (*Fortunella* spp.) como planta ornamental e comestível (SOUZA et al., 2017).

As espécies cítricas originaram-se no continente asiático, centro-norte da China e Índia, de onde se espalharam para os cinco continentes, dando origem à agroindústria com expressiva produção de frutos (SOUZA et. al., 2017). Embora ainda haja incertezas quanto ao momento e a dispersão das espécies cítricas no sudeste da Ásia (WU et al., 2018), na literatura chinesa aparecem os primeiros registros de citros há 4000 anos, e o seu nome científico (*Citrus sinensis*) se dá justamente pela sua origem (AGROLINK, 2024). O comércio entre as nações e as guerras ajudaram a expandir o cultivo dos citros, de modo que, na Idade Média, a laranja foi levada pelos árabes para a Europa. Mudanças de frutas cítricas foram trazidas para o continente americano pelos portugueses no século XVI. Introduzida no Brasil, logo no início da colonização, a laranja encontrou no país melhores condições para vegetar e produzir do que nas próprias regiões de origem, expandindo-se por todo o território nacional (FAVA et al., 2010; AGROLINK, 2024).

As mudas de citros adaptaram-se muito bem ao clima do Brasil, com alto potencial de produção de frutos. No entanto, as condições ambientais diferenciadas favoreceram o aparecimento de pragas que ameaçam o desenvolvimento e a produtividade do cultivo de citros no país. O Brasil possui uma longa tradição na produção de frutas cítricas: laranjas, limões, limas e tangerinas são variedades amplamente reconhecidas e integradas à rotina dos brasileiros, seja consumidas frescas, em sucos ou sobremesas (CNA, 2021).

A citricultura é um dos setores da agricultura de maior importância socioeconômica no Brasil, principalmente para o estado de São Paulo, gerando mais de 250 mil empregos diretos e indiretos. Conforme dados do IBGE, em 2022, a área cultivada com laranja era de 568 mil hectares, limão e lima 63.169 mil hectares e tangerina 56.357 mil hectares. A laranja está entre as frutas preferidas no planeta. Nacionalmente, é a mais consumida depois da banana.

Desde meados dos anos 1980, o Brasil tem liderado a produção mundial de citros. O estado de São Paulo e a região do Triângulo Mineiro, conhecidos como o cinturão citrícola brasileiro, respondem por 80% da produção nacional de laranja. O país também é o maior produtor e exportador mundial de suco de laranja simples (pasteurizado) e concentrado congelado, conferindo à laranja o maior valor de produção no agronegócio da fruticultura brasileira (FUNDECITRUS, 2021; EMBRAPA, 2024).

A expansão das áreas cultivadas com citros nas últimas décadas tem sido acompanhada com aumento nos problemas de incidência de pragas e doenças que afetam as plantas cítricas e a produção de frutos. Os insetos-praga podem afetar o pomar desde a implantação até a colheita das frutas. Dessa forma, as pragas podem causar um elevado prejuízo econômico nos pomares citrícolas, afetando a produção e a qualidade dos frutos, além de favorecer a introdução de doenças no pomar (NARDON et al., 2024).

Entre os artrópodes que afetam a citricultura, destacam-se o psílídeo *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), vetor da bactéria *Candidatus Liberibacter asiaticus*, principal agente causal do HLB (Huanglongbing), doença que assola os pomares cítricos brasileiros, ameaçando a viabilidade da cultura nas principais regiões produtoras de citros no país. A principal estratégia de manejo do HLB em citros no Brasil tem sido a aplicação frequente de inseticidas químicos (FUNDECITRUS, 2024a), que pode ser associada a uma série de problemas, incluindo a elevada mortalidade de inimigos naturais, o aumento no custo de produção e a seleção de populações resistentes do psílídeo aos principais inseticidas utilizados na cultura (IRAC-BR, 2013).

Apesar do elevado número de aplicações de inseticidas realizadas nos pomares cítricos brasileiros, o problema com o HLB se agrava a cada ano. Dados do Fundecitrus indicaram que 20,9% das laranjeiras do cinturão citrícola de São Paulo e do Triângulo Mineiro apresentavam sintomas do greening em 2020, o que correspondeu a aproximadamente de 41 milhões de árvores infectadas. Este índice, de acordo com a Fundação, foi 9,7% maior do que o de 2019, estimado em 19,02% (DOMICIANO, 2020).

A outra espécie de artrópode que causa grandes prejuízos à citricultura no Brasil é *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae), principal vetor da leprose dos citros (CiLV-C) no Brasil (MINEIRO et al., 2018; BASSANEZI, 2019; TASSI et al., 2022). Segundo o Fundecitrus, na safra 2021/2022, a doença foi a quarta responsável pela queda prematura de frutos, com 2,83%, o que correspondeu a 9,5 milhões de caixas perdidas por conta da incidência da doença (FUNDECITRUS, 2024a). No caso do ácaro-da-leprose, o baixo número de ingredientes ativos eficientes para o controle do ácaro e as aplicações

frequentes de inseticidas-acaricidas têm favorecido a seleção de populações resistentes a acaricidas (ROCHA et al., 2021), dificultando significativamente o manejo do ácaro-praga.

Dada à importância econômica dos cítricos e os problemas associados ao manejo de pragas adotado pela maioria dos citricultores, estudos de controle biológico são essenciais não apenas para atender às demandas do mercado e orientar a busca por novas opções de controle, mas também para promover práticas sustentáveis, que são fundamentais para garantir uma produção de qualidade, com sustentabilidade. O principal agente de controle biológico utilizado para o manejo do psíldeo no Brasil é o parasitoide da espécie *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) (FUNDECITRUS, 2024a), porém, o controle exercido este parasitoide não tem sido suficiente para deter o avanço do HLB no país, havendo a necessidade da busca de outros agentes biológicos para o manejo do psíldeo.

Algumas espécies de ácaros predadores generalistas, como os da espécie *Amblydromalus limonicus* Garman & McGregor (Acari: Phytoseiidae) apresentam potencial de uso para o controle de insetos fitófagos como tripes e moscas-brancas, porém, pouco se conhece sobre o potencial de uso dessas espécies como agentes de controle biológico de pragas em citros no Brasil.

2. OBJETIVOS

Geral

Avaliar o potencial de uso do ácaro predador *Amblydromalus limonicus* para o controle biológico de pragas em citros, com ênfase no psílídeo *Diaphorina citri*, inseto vetor do HLB, nos pomares cítricos do estado de São Paulo.

Específicos

- 1) Avaliar a capacidade de predação de *A. limonicus* sobre ovos do psílídeo *D. citri*, em condições de laboratório;
- 2) Avaliar a taxa de oviposição de *A. limonicus* quando alimentado com ovos de *D. citri*.
- 3) Avaliar o efeito da liberação do ácaro predador *A. limonicus* em pomares cítricos paulistas (orgânico e convencional) sobre os outros artrópodes presentes nas plantas cítricas.
- 4) Comparar a capacidade de estabelecimento, e a influência sobre outros artrópodes presentes em pomares de citros, de *A. limonicus* com *Typhlodromus transvaalensis* (Nesbitt) (Acari: Phytoseiidae).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 História e aspectos gerais da citricultura no Brasil

A liderança brasileira na produção de laranja iniciou-se na safra 1981/82, quando a produção nacional superou a americana, após uma sequência de geadas que atingiu a Flórida, principal região produtora de laranja nos Estados Unidos. Desde então, a produção brasileira praticamente dobrou e os Estados Unidos se mantiveram como o segundo maior produtor de laranja, mas a cada ano perdem produção e, a partir da última década, passou a apresentar menos da metade da produção brasileira (FAVA et al., 2010). Na sequência, vêm China, Índia, México, Egito, Espanha, Indonésia, Irã e Paquistão (AGROLINK, 2024).

O Brasil com cerca de 600 mil hectares plantados e uma produção de 364 milhões de caixas, a partir em 2003/04, tornou-se um dos maiores produtores mundiais de citros (FAVA et al., 2010). A citricultura brasileira é atualmente responsável por mais de 80% das exportações mundiais de suco de laranja e mais de 30% de toda a produção mundial da fruta e tem se destacado pela promoção do crescimento socioeconômico, contribuindo com a balança comercial nacional e, principalmente, como geradora direta e indireta de empregos na área rural. São Paulo é o principal estado produtor, seguido por Minas Gerais, Paraná e Bahia (AGROLINK, 2024).

O suco de laranja está entre os principais produtos do agronegócio paulista. A variação total das exportações do grupo de sucos foi positiva de 9,8% em valores e 6,0% em volume na comparação com o primeiro trimestre de 2021. Os maiores compradores desse grupo são União Europeia (66,2%), Estados Unidos (15,0%), China (6,0%), Japão (4,4%) e Reino Unido (1,2%), enquanto os demais compradores têm 7,2% de participação (IEA, 2022).

3.2 Principais artrópodes-praga: vetores de doenças em citros no Brasil

3.2.1 *Diaphorina citri* e HLB

Huanglongbing significa “doença do dragão amarelo” em chinês e também é conhecida como “Greening” dos cítricos (HALBERT; MANJUNATH, 2004). Considerada uma das doenças cítricas mais graves do mundo, mudou profundamente o tamanho e a forma da produção mundial de citros. Seus efeitos negativos continuam impactando a indústria na medida em que continua a se espalhar por várias regiões de cultivo do mundo (GOTTWALD et al., 2012). Praticamente todas as espécies e cultivares comerciais de citros são vulneráveis ao HLB. A doença apresenta uma série de sintomas que podem ser detectados em qualquer

parte da planta, das raízes às folhas (Figura 1), alterando as características químicas e os atributos sensoriais do fruto (BOVÉ, 2006; BALDWIN et al., 2010, 2018; DALA PAULA et al., 2018).

O primeiro caso de HLB nas Américas foi relatado no estado de São Paulo, Brasil, em 2004 (COLETTA-FILHO et al., 2007; TEIXEIRA et al., 2005). No entanto, em pesquisa realizada em São Paulo, apenas seis meses após a notificação do HLB no Brasil, 46 cidades afirmaram ter árvores infectadas, sugerindo que o HLB estava presente no país há mais tempo (BOVÉ, 2006).

Está bem estabelecido que Huanglongbing está associado à presença de bactérias gram-negativas do gênero *Candidatus Liberibacter* (CL). Três espécies são conhecidas por causar os sintomas do HLB: CL asiaticus (CLas), CL americanus (CLam) e CL africanus (CLaf). As espécies asiática e americana podem ser transmitidas pelo psílídeo *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), comumente denominado psílídeo cítrico asiático (ACP), e a espécie africana pelo inseto *Trioza erytreae* (Hemiptera: Triozidae) (BOVÉ, 2006). Embora o HLB tenha sido relatado pela primeira vez no Brasil e EUA há aproximadamente 20 anos, o vetor psílídeo foi relatado em São Paulo e na Flórida em 1942 e 1998, respectivamente (BOVÉ, 2006; TANSEY et al., 2017).

A bactéria *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLas) é atualmente a principal causadora da doença no Brasil, presente em mais de 99% das plantas doentes. As estratégias de manejo atuais se concentram no controle do vetor, evitando a propagação da infecção, ou no manejo de árvores infectadas (FUNDECITRUS, 2024a).



Figura 1. Folhas com sintoma de Greening ou Huanglongbing.

Fonte: Canal Rural/Camargo, J., 2015. Ayres, A.J., 2023.

3.2.1.1 Manejo de HLB no Brasil

O psílídeo (*D. citri*) é um vetor eficiente na disseminação do HLB, apresenta rápida reprodução e alta capacidade de dispersão. O adulto de *D. citri* (Figura 2) pode ser observado durante todo o ano, entretanto, a sua reprodução ocorre nos períodos de brotação, em qualquer estação do ano, mesmo naquelas que ocorrem no inverno. O primeiro surto após o período de *stress* da planta, no início do período das chuvas, é o ponto chave para início de controle e, se o controle for eficiente nesse momento, podem ser evitadas as altas populações no campo.



Figura 2. Ovos de *Diaphorina citri* (A); Fase adulta do psílídeo (B).

Fonte: SIKORSKI, L. 2023.

O controle do psílídeo em plantas novas deve ser mais rigoroso, pois apresentam muitas brotações, tendo uma maior probabilidade de serem visitadas pelo vetor. Em plantas com idade mais avançada, os monitoramentos periódicos devem ser realizados para controle de eventuais infestações. O uso de armadilhas amarelas é recomendado para o monitoramento da população. A rápida eliminação de plantas com sintomas do HLB também é uma prática importante, pois se não há plantas infectadas também não haverá vetores infectivos. As plantas sintomáticas atraem os psílídeos devido ao amarelecimento das folhas e por meio de compostos voláteis exalados pela mesma, o que maximiza a aquisição da bactéria. O controle químico é a forma mais utilizada atualmente para controle de psílídeos, existindo diferentes inseticidas registrados com esta finalidade. Para a eficiência do controle do vetor, assim como

da doença, é necessário a união de todos os produtores e a adoção de ações conjuntas, simultâneas e regionais, utilizando-se as técnicas adequadas, no tempo correto (CDA, 2021).

O controle do HLB ou Amarelão é um programa nacional coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, amparado pela Instrução Normativa Nº 53, de 16/10/08, sendo executado no estado de São Paulo pela Secretaria da Agricultura e Abastecimento, através da Coordenadoria de Defesa Agropecuária.

A Portaria Nº 317 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), publicada em 25 de maio de 2021 e que passou a vigorar em 1º de junho de 2021, institui o Programa Nacional de Prevenção e Controle do HLB, com novas diretrizes para o controle da doença.

A portaria traz mudanças importantes em relação à Instrução Normativa Nº 53 do MAPA, de 16 de outubro de 2008, considerando, especialmente, a presença heterogênea do greening no país e o aumento da incidência da doença nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Mato Grosso do Sul.

O Fundecitrus recomenda que os produtores realizem pelo menos quatro inspeções de greening no ano, especialmente de fevereiro a setembro, eliminando as plantas sintomáticas. (AGROLINK, 2021; FUNDECITRUS, 2024b).

O controle do HLB é difícil, especialmente se as bactérias estiverem disseminadas e seus vetores bem estabelecidos. Árvores doentes em pomares de citros abandonados agem como fontes abundantes de inóculo de CLas e de insetos vetores, e este têm sido um problema particularmente prevalente na Flórida. A estratégia de controle mais eficaz tem sido remover as árvores infectadas de uma área e então replantar com árvores livres de CLas (ABDULLAH et al., 2009).

Recomenda-se o uso de armadilhas adesivas amarelas para monitorar a entrada e movimentação do psíldeo no pomar. Elas devem ser colocadas em pontos estratégicos, principalmente na periferia da propriedade e nas bordas dos talhões. O monitoramento também deve ser feito semanalmente por meio de vistoria visual de 1% das plantas das bordas dos talhões e da propriedade, partindo sempre da bordadura para o centro. É recomendado inspecionar de três a cinco ramos novos por planta, observando a presença de ovos, ninfas e adultos (FUNDECITRUS, 2024a).

As aplicações de defensivos agrícolas devem ser feitas a partir do monitoramento, sobretudo entre o final do inverno e a primavera, que caracterizam as épocas de surtos vegetativos. Realizar a aplicação de inseticida sistêmico (drench e/ou tronco) mais inseticida foliar (pulverização), principalmente no início do período de emissão de fluxos vegetativos

(maior população do psílídeo e plantas mais suscetíveis à inoculação da bactéria). As pulverizações devem ser realizadas, em intervalo de 7 a 14 dias, principalmente em talhões localizados na borda da propriedade (FUNDECITRUS, 2024b).

Pesquisas desenvolvidas pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado, por meio do Instituto Biológico (IB), buscam novas formas para o controle do psílídeo *D. citri*. A estratégia visa ampliar o uso de inimigos naturais para o controle, fornecendo mais opções para as ações de manejo de pragas pelos citricultores brasileiros. Os trabalhos de pesquisa ocorrem em três frentes principais: a seleção de cepas de fungos entomopatogênicos; de espécie e ou linhagens de insetos (joaninhas, crisopídeos) e ácaros predadores, com maior potencial de uso como agentes de controle biológico do inseto transmissor da doença (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2024).

3.2.2 *Brevipalpus yothersi* e leprose dos citros

A leprose dos citros é uma doença viral, não sistêmica, que afeta especialmente a laranja-doce (*Citrus sinensis* Osbeck). Está atualmente restrita ao continente americano entre o México e a Argentina. A doença é caracterizada pelo aparecimento de lesões localizadas nas folhas, frutos e caules (Figura 3). Em casos graves, causa queda significativa de frutos e pode levar à morte das plantas. Existem pelo menos quatro vírus diferentes que induzem sintomas semelhantes aos da leprose e são associados a ácaros do gênero *Brevipalpus* (Acari: Tenuipalpidae) (RODRIGUES et al., 2003; ROY et al., 2013, 2015). Eles são divididos em dois grupos: os tipos citoplasmáticos e os nucleares. Dois deles ocorrem no Brasil: o citoplasmático *Citrus leprosis virus C* (CiLV-C), que é o prevalente e o mais agressivo, e o nuclear, que é raro e aparentemente restrito a condições de temperatura mais moderadas (RODRIGUES et al., 2003; BASTIANEL et al., 2010; KITAJIMA & ALBERTI, 2014; RAMOS-GONZÁLES et al., 2017).

Citrus leprosis virus C é a espécie tipo do gênero *Cilevirus*, família Kitaviridae (LOCALI-FABRIS et al., 2006, 2012; FREITAS-ASTÚA et al., 2018). O CiLV-C não infecta sistemicamente as plantas hospedeiras, causando apenas lesões cloróticas e/ou necróticas locais em folhas, frutos e galhos (ARENA et al., 2020). O *Citrus leprosis virus C* (CiLV-C) é, de longe, o agente causal prevalente no Brasil (RAMOS-GONZÁLES et al., 2016, 2017, 2018; CHABI-JESUS et al., 2021; FREITAS-ASTÚA et al., 2018). Recentemente, todo o seu genoma foi sequenciado.

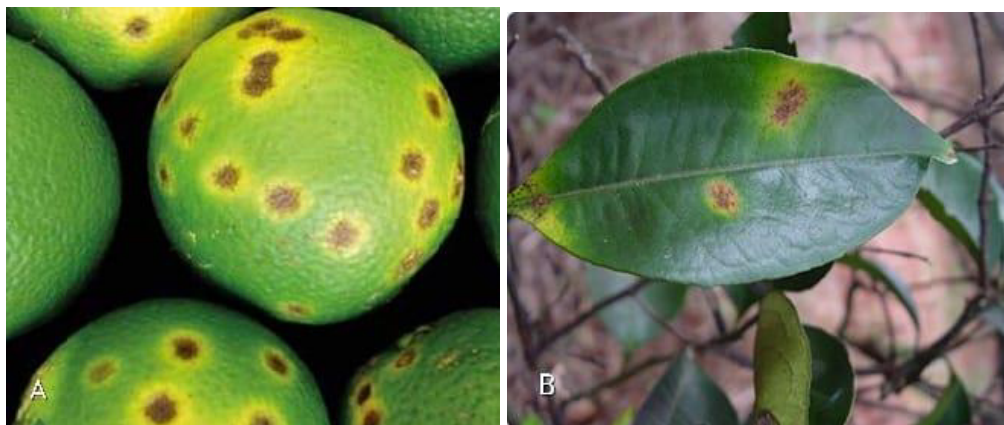


Figura 3. Sintomas da leprose dos citros: Lesões necróticas com halo amarelo (A); Lesões em folha (B). Fonte: BASSANEZI, 2019; FUNDECITRUS, 2024.

O ácaro *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae) é considerado o principal vetor para CiLV-C e a espécie mais comum nos pomares de citros no Brasil (ANDRADE et al. 2018; BASSANEZI, 2019; CHABI-JESUS et al. 2021) (Figura 4). Todos os estágios ativos de *B. yothersi* podem adquirir e transmitir o cilevírus (CiLV-C), mas não ocorre passagem transovariana (CHIAVEGATO, 1995; TASSI et al., 2017).

O ciclo de vida de *Brevipalpus* spp. é composto por quatro estágios ativos (larva, protoninfa, deutoninfa e adulto) e quatro imóveis (ovo, protocrisálida, deutocrisálida e teliocrisálida) (CHILDERS et al., 2001). A duração de cada fase é extremamente variável, dependendo das condições de temperatura e umidade, e da planta hospedeira (CHIAVEGATO; MISCHAN, 1987), oscilando normalmente entre 14 e 43 dias (CHILDERS et al., 2003).



Figura 4. Ácaro-da-leprose, *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae). Fonte: AGROLINK, 2024.

3.3 Outros artrópodes-praga em citros, com ênfase em ácaros fitófagos

Além do psílídeo e do ácaro-da-leprose, diversas outras espécies de insetos e ácaros têm causado danos significativos às plantas de citros no Brasil, podendo-se mencionar as moscas-das-frutas [*Ceratitis capitata* (Wiedemann), *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)], bicho-furão [*Gymnandrosoma aurantianum* Lima (Lepidoptera: Tortricidae)], mosca-negra-dos-citros [*Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae)], cochonilhas [ex.: ortézia - *Orthezia praelonga* (Douglas) (Hemiptera: Sternorrhyncha: Ortheziidae), escama-farinha - *Unaspis citri* (Comstock) (Hemiptera: Diaspididae)] e ácaros, entre outras (FUNDECITRUS, 2024a).

3.3.1 Ácaros fitófagos

O ácaro-da-falsa-ferrugem (*Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead)), da família Eriophyidae, é considerado praga-chave dos citros em diversos países, incluindo o Brasil, devido a sua frequência e danos causados às plantas (Figura 5). Ele se desenvolve em todas as variedades comerciais de citros. Mede entre 0,13 e 0,17 mm e sua coloração varia entre amarelo e marrom claro. A disseminação é feita principalmente pelo vento, sendo uma velocidade de 15 km/h suficiente para arrastá-lo. Este ácaro é encontrado em folhas novas e de coloração verde intensa e em frutos em formação. Ao infestar as folhas, o ácaro provoca uma mancha, de forma irregular e cor escura, localizada na superfície inferior e nas bordas. Além de afetar a epiderme, ele injeta toxinas por meio da saliva e em infestações intensas reduzem a capacidade de fotossíntese das plantas. Os frutos afetados apresentam manchas, que passam de uma coloração escura para ferrugínea (Figura 6). O ácaro alimenta-se em toda a superfície dos frutos, mas os sintomas são mais evidentes nas laterais (FUNDECITRUS, 2017; 2024a).

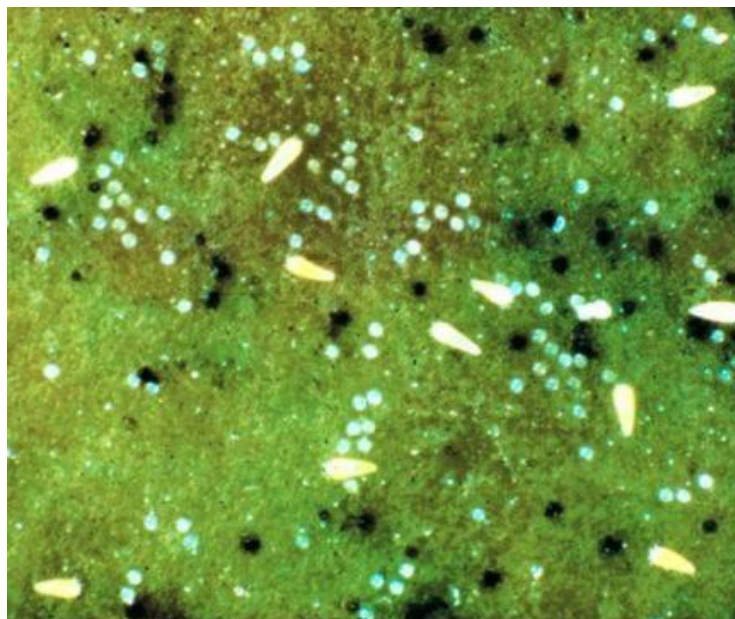


Figura 5. Ácaro-da-falsa-ferrugem, *Phyllocoptruta oleivora* (Acari: Eriophyidae).
Fonte (crédito): AGROLINK 2024b.



Figura 6. Sintomas do ácaro-da-falsa-ferrugem: Sintoma na folha (A); Sintoma no fruto (B).
Fontes: FUNDECITRUS, 2024; AGROLINK, 2024.

Entre os ácaros da família Tetranychidae, o ácaro-purpúreo (*Panonychus citri* (McGregor)) mede 0,5 mm e tem ocorrência esporádica, sendo mais comum nos meses secos do ano. Dias muito quentes, em períodos prolongados de estiagem, limitam seu crescimento populacional. Aumentos populacionais deste ácaro têm sido verificados após sucessivas aplicações de produtos de largo espectro de ação, como os piretroides e neonicotinoides. O ácaro-mexicano (*Tetranychus mexicanus* (McGregor)) é de cor variável, adquirindo a coloração da área em que se alimenta. Assim como o ácaro-purpúreo, também tem ocorrência esporádica, sendo mais comum nos meses secos e seu ressurgimento tem sido verificado após sucessivas aplicações de produtos de largo espectro para o controle de outras pragas. O ácaro-texano (*Eutetranychus banksi* (McGregor)), que mede cerca de 0,4 mm, tem ocorrência esporádica, sendo mais comum nos meses secos do ano. O macho é menor e apresenta pernas

longas. Os ácaros desta família infestam folhas, ramos e frutos. Os sintomas são reconhecidos por pontos descoloridos, devido à morte das células. Em infestações severas, provocam queda das folhas e secam ponteiros. Esses ácaros tecem teias nas folhas, o que facilita a identificação das infestações. Nos frutos, os sintomas são vistos geralmente na região da coroa. Os danos nas folhas comprometem a capacidade de fotossíntese das plantas (FUNDECITRUS, 2024a).

Entre os ácaros da família Tarsonemidae, o ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks)) é encontrado em todas as variedades de citros, principalmente em pomares de lima ácida, como o limão-taiti. Mede aproximadamente 0,17 mm, sua cor varia entre branco e amarelo, não tece teias e apresenta movimentos rápidos na fase adulta. Alimenta-se somente em brotações e frutos novos. Sua ocorrência tem sido mais frequente em viveiros de mudas por causa da sombra e da elevada umidade relativa do ar. A ação tóxica de sua saliva causa deformações nas folhas, que ficam assimétricas e com as bordas ligeiramente voltadas para baixo. As células epidérmicas são destruídas e, com o passar do tempo, as folhas adquirem um aspecto corticoso. Nos frutos, o ácaro provoca uma coloração cinza que pode atingir toda a sua superfície, inviabilizando a comercialização. Também há redução no tamanho e na quantidade dos frutos produzidos (FUNDECITRUS, 2024a).

3.4 Controle biológico de pragas

3.4.1 Ácaros predadores em citros

Dentre os inimigos naturais presentes em citros, aqueles pertencentes à família Phytoseiidae são considerados os mais importantes, devido ao seu potencial como agente regulador de populações de ácaros fitófagos (McMURTRY et al., 1977; HELLE; SABELIS, 1985; McMURTRY; CROFT, 1997) e pequenos insetos, como moscas-brancas e tripes (Van HOUTEN et al., 2008). São mais de 2.250 espécies de fitoseídeos descritas mundialmente (MORAES et al., 2004), das quais aproximadamente 200 já foram observadas em citros (MORAES et al., 1986, 2004).

Dos fitoseídeos reportados para a cultura, mais de dez espécies são encontradas no Brasil (MORAES et al., 2004). Os ácaros fitoseídeos mais comuns em citros no Brasil são os das espécies *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, *Euseius concordis* (Chant) e *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (SATO et al., 1994; RAGA et al., 1996; ALBUQUERQUE, 1997; REIS et al., 2000).

SATO et al. (1994) observaram a presença de seis espécies de ácaros predadores da família Phytoseiidae, em pomar de laranja, no município de Presidente Prudente, SP, sendo

que as espécies de maior incidência foram *I. zuluagai*, *E. citrifolius* e *E. concordis*, representando, respectivamente, 47,3; 26,5 e 25,7% dos ácaros coletados. As demais espécies encontradas foram: *Amblyseius chiapensis* DeLeon, *Euseius alatus* DeLeon e *Typhlodromina camelliae* (Chant & Shaul), representando juntas menos de 1% do número total de ácaros amostrados. RAGA et al. (1996), estudando a distribuição de ácaros fitoseídeos em plantas de citros, observaram maior incidência dos ácaros predadores nas folhas localizadas nos terços médio e inferior da copa. A maior parte dos fitoseídeos (86,7%) foi encontrada em folhas com presença de teias de insetos da ordem Psocoptera, que serviam de abrigo para estes ácaros.

3.4.2 Controle biológico aplicado

Os programas de controle biológico aplicado, baseados em liberações periódicas de inimigos naturais, também chamados de controle biológico aumentativo (Van LENTEREN, 2012), têm sido reportados principalmente para cultivos protegidos (PILKINGTON et al., 2010; MESSELINK, 2014). Embora o controle biológico tenha se mostrado bem-sucedido em diversos cultivos (ex.: morango, pepino, uva), a eficácia pode ser insuficiente em algumas culturas, como de plantas ornamentais, principalmente devido ao uso intensivo de defensivos químicos não seletivos (HEINZ et al., 2004).

O estabelecimento precário e a persistência de inimigos naturais em certas culturas podem ser um dos principais problemas no controle biológico de pragas, em parte devido aos tipos de inimigos naturais utilizados. A seleção de inimigos naturais para o controle biológico aumentativo é tradicionalmente focada em inimigos naturais especialistas que são liberados para obter o controle rápido das pragas (Van LENTEREN; WOETS, 1988). Embora esses especialistas estejam bem adaptados ao hospedeiro e possam ser muito eficazes, geralmente desaparecem quando as densidades de presas são reduzidas. Como são usadas principalmente para obter controle rápido de pragas específicas, sua eficácia requer alta quantidade e qualidade dos inimigos naturais liberados e monitoramento intensivo para garantir o tempo exato da intervenção.

Demonstrou-se experimentalmente que as liberações de ácaros predadores fitoseídeos reduzem a densidade populacional de ácaros em muitas culturas perenes (McMURTRY, 1982; HOY, 1982; FLAHERTY et al., 1985; HELLE; SABELIS, 1985; CROFT; MACRAE, 1992; NYROP et al., 1998) e algumas culturas anuais, como algodão (OSMAN; ZOHD, 1976; TIJERINA-CHAVEZ, 1991), milho (PICKETT; GILSTRAP, 1986; PICKETT et al., 1987) e morango (SATO et al., 2007). As tentativas de melhorar o controle biológico aumentativo se concentraram principalmente em fatores como a seleção de agentes de

controle, controle de qualidade, técnicas de criação em massa, métodos de liberação e eficácia da supressão de pragas-alvo (VAN DRIESCHE; BELLOWS, 1996; FISCHER et al., 2023). Embora todos esses fatores sejam críticos para o uso bem-sucedido do controle biológico aumentativo, estudos mencionando como os inimigos naturais liberados podem interagir com inimigos naturais que ocorrem naturalmente no campo ainda são raros. Há muito tempo se reconhece que interações complexas entre várias espécies de inimigos naturais podem ser importantes no controle biológico (ROSENHEIM et al., 1995; SUNDERLAND et al., 1997; ROSENHEIM, 1998). Em diversos cultivos, como de algodão, café e citros, predadores generalistas costumam ser abundantes e as interações predador-predador são comuns e podem ser um fator-chave que influencia no estabelecimento dos inimigos naturais liberados (Van Den BOSCH; HAGEN, 1966; MINEIRO et al., 2008; SILVA et al., 2014; ENNES, 2017).

3.4.3 *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae)

Amblydromalus limonicus foi inicialmente descrito como *Amblyseius limonicus* por Garman e McGregor (1956) em árvores cítricas na Califórnia. Durante pesquisas de inimigos naturais do ácaro-verde-da-mandioca, *Mononychellus tanajoa* (Bondar), fitoseídeos morfológicamente semelhantes foram coletados na América do Sul tropical e chamados de *Amblyseius limonicus* lato sensu (BRAUN et al., 1993; MORAES et al., 1994). No entanto, os registros de coleta foram quase exclusivamente de mandioca. Este fato, juntamente com problemas na criação de *A. limonicus* lato sensu com um método usado com sucesso para *A. limonicus* stricto sensu, bem como diferenças na capacidade de sobreviver e se reproduzir no pólen, levaram à separação dessas espécies após exame morfológico detalhado e experimentos de cruzamento (BRAUN et al., 1993; MORAES et al., 1994). *Amblyseius limonicus* lato sensu foi descrito como *Amblyseius manihoti* por Moraes et al., 1994 (atualmente *Amblydromalus manihoti* de acordo com Chant e McMurtry, 2005).

Os seguintes nomes e sinônimas podem ser encontrados na literatura: *Typhlodromus* (*Amblyseius*) *limonicus* Chant; *Amblyseius* (*Typhlodromalus*) *limonicus* Muma; *Typhlodromus limonicus* Hirschmann; *Amblyseius* (*Amblyseius*) *limonicus* Wainstein; *Typhlodromalus limonicus* De Leon; *Typhlodromalus garmani* Chant e *Typhlodromalus rapax* (MORAES et al., 2004). De acordo com Steiner e Goodwin (2005) e Minor (2008) *Amblydromalus limonicus* é suspeito de ser a sinônima sênior de *Amblydromalus lailae* (Schicha), até agora relatado apenas na Austrália.

A espécie é amplamente distribuída em regiões temperadas e subtropicais da América do Norte, Central e do Sul, e também está presente no Havaí, Nova Zelândia (MORAES et al.,

2004) e Austrália (STEINER et al., 2003; STEINER; GOODWIN, 2005). A extensão do habitat é restrita a áreas com temperatura moderada e umidade relativamente alta. Na Califórnia, é comum em plantas herbáceas de baixo crescimento, bem como em árvores e arbustos ao longo da costa, mas não está presente em áreas mais secas do interior (McMURTRY; SCRIVEN, 1965; McMURTRY et al., 1971). Trata-se de um ácaro predador fitoseídeo generalista, podendo se alimentar e se reproduzir em plantas infestadas com moscas-brancas (*Bemisia tabaci* Gennadius e *Trialeurodes vaporariorum* Westwood), tripses (*Frankliniella occidentalis* (Pergande), *Thrips tabaci* Lindeman e *Retithrips syriacus* Mayet), ovos da mariposa *Praysia milliere*, ácaros (ex.: *Oligonychus punicae* Hirst, *Panonychus citri* McGregor, *Eutetranychus orientalis* Klein e *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval) (McMURTRY; SCRIVEN, 1965; SWIRSKI; DORZIA, 1968; Van HOUTEN et al., 1995; SENGONCA; DRES HOUTCHER, 2001). É predador facultativo e também se alimenta e se reproduz no pólen de várias espécies de plantas (McMURTRY; SCRIVEN, 1965; SWIRSKI; DORZIA, 1968).

O desenvolvimento de ovo a adulto leva cerca de seis dias a 22,2 °C no ácaro vermelho dos citros, bem como no pólen, e tem período de pré-oviposição em torno de 2,5 dias (McMURTRY; SCRIVEN, 1965). A taxa intrínseca de aumento de uma população australiana de *A. limonicus* (chamada *Typhlodromalus lailae* na publicação original (STEINER et al., 2003), mas posteriormente reidentificada como *A. limonicus* (STEINER; GOODWIN, 2005), em 25 °C em pólen de *Typha* sp., foi de 0,38. A oviposição média em um período de 3 dias foi de 3,7 ovos por dia em pólen. Ovos de *A. limonicus* são sensíveis à baixa umidade relativa. McMURTRY; SCRIVEN (1965) relataram que apenas 50% dos ovos mostraram-se viáveis a 60% de umidade relativa e não houve eclosão de larvas em umidades iguais ou inferiores a 50%.

Amblydromalus limonicus (Figura 7) está disponível comercialmente na Europa e EUA desde 2012, sendo usado para o controle de artrópodes que são pragas-chave de culturas protegidas. Recentemente, observou-se uma elevada eficácia deste ácaro predador para o controle biológico de outra espécie de psílideo (*Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Trioizidae)) em cultivo de batata na Nova Zelândia (XU; ZHANG, 2015). No Brasil, esta espécie ainda não é comercializada. A importância de *A. limonicus* no controle biológico de *D. citri* é praticamente desconhecida, não havendo estudos de campo comprovando a eficácia do predador na redução populacional do psílideo em pomares cítricos.



Figura 7. Ovos de *Amblydromalus limonicus* (A); Fase adulta de *A.limonicus* (B).
Fonte: SIKORSKI, L. 2023.

3.4.4 *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae)

O ácaro predador *Typhlodromus transvaalensis* (Nesbitt) (Acari: Phytoseiidae) é um ácaro predador generalista com potencial de uso para o controle biológico de várias espécies de insetos e ácaros de interesse para a agricultura. Segundo Momen e Hussein (1999), este ácaro predador consegue completar seu ciclo de vida quando alimentado com ácaros fitófagos da família Eriophyidae, tais como *Aceria dioscoridis* (Soliman & Abou-Awad) e *Eriophyes olive* Zaher & Abou-Awad, assim como, ovos da cochonilha *Parlatoria zizyphus* (Lucas) e pólen de mamona, *Ricinus communis* (L.), em condições de laboratório. No caso de ácaro-rajado, a porcentagem de ácaros *T. transvaalensis* que atingiram a maturidade foi inferior a 20% quando foram fornecidas ninfas do ácaro tetraniquídeo. Para ácaros eriofídeos, cada fêmea adulta de *T. transvaalensis* consumiu diariamente em média 126 ácaros *E. olive* e 97 ácaros *A. dioscoridis*, indicando bom potencial de uso para o controle dessas espécies de ácaros fitófagos.

Momen e Lamloom (2021) também mencionam que *T. transvaalensis* é um ácaro predador generalista com potencial econômico para controlar ácaros eriofídeos em diversas plantas frutíferas. Os tempos de desenvolvimento foram significativamente mais longos quando alimentados com *Aculus fockeui* (Nalepa & Trouessart) e *Calepitrimerus baileyi* Keifer, do que com *A. dioscoridis*. Fêmeas de *T. transvaalensis* apresentaram menor período de oviposição (20,39 dias) e longevidade de adultos (28,96 dias) alimentando-se de *C. baileyi*,

enquanto que, os maiores períodos foram observados com *A. dioscoridis* (29,77 e 36,17 dias). A fecundidade total das fêmeas foi maior quando receberam *A. dioscoridis* (39,90 ovos/fêmea) como alimento, seguida por *A. fockeui* (27,12 ovos/fêmea) e *C. baileyi* (23,26 ovos/fêmea). As taxas intrínsecas de aumento (r) foram maiores alimentando-se de *A. dioscoridis* (0,225 fêmeas/fêmea/dia) do que de *A. fockeui* (0,175 fêmeas/fêmea/dia) e *C. baileyi* (0,168 fêmeas/fêmea/dia). Os resultados sugerem que *T. transvaalensis* é um agente de controle promissor para *A. dioscoridis*, *A. fockeui* e *C. baileyi* em pereiras e macieiras.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Capacidade de predação de *A. limonicus* sobre *D. citri* e taxa de oviposição do predador

4.1.1 Criação de ácaros utilizados como alimento para os ácaros predadores

Os ácaros fitófagos da família Tetranychidae, das espécies *Tetranychus urticae* Koch (ácaro-rajado) e *Oligonychus ilicis* (McGregor) (ácaro-vermelho-do-cafeeiro), foram oferecidos como alimento para as populações de ácaros predadores mantidas no Laboratório de Acarologia do Instituto Biológico, em Campinas, SP. A confirmação da identificação dos ácaros foi realizada pelo Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro (Instituto Biológico).

Os ácaros *T. urticae* foram mantidos em plantas de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* (L.) DC. (Fabaceae). Os ácaros *O. ilicis* foram criados em arenas constituídas por folha de café (Coffea arabica L.) (Figura 8), mantida sobre uma camada de espuma de poliuretano, com água, no interior de uma bandeja plástica. Ao redor da folha, foi colocada uma tira de algodão hidrófilo umedecido para impedir a fuga dos ácaros das arenas.



Figura 8. Criação de *Oligonychus ilicis* em laboratório.

Fonte: SIKORSKI, L. R. O., 2024.

Os ácaros *Thyreophagus cracentiseta* Barbosa, O'Connor & Moraes (Astigmata: Acaridae) foram ofertados como dieta alternativa aos predadores. Esses ácaros ocorrem frequentemente em rações para animais e farinhas, e foram criados em potes plásticos com tampa, oferecendo-se germe de trigo como alimento. Os recipientes utilizados para criação de *T. cracentiseta* apresentavam aberturas nas laterais com tela para respiração (Figura 9). Em cada pote, foram colocados 10g de germe de trigo e uma pequena quantidade do ácaro Astigmata. O pote foi colocado em uma bandeja com água, para evitar a fuga dos ácaros e/ou a entrada de insetos e ácaros no recipiente de criação.



Figura 9. Recipiente utilizado para a criação do Astigmata *Tyreophagus cracentiseta*.

Fonte: SIKORSKI, L., 2024.

4.1.2 Criação e manutenção do ácaro predador *Amblydromalus limonicus*

A criação foi iniciada a partir de ácaros predadores coletados de plantas de framboesa, no município de Pindamonhangaba, SP, em 2010. Os ácaros predadores foram mantidos em laboratório em arenas confeccionadas com discos de lâmina plástica, com as bordas cobertas por uma tira de tecido de algodão umedecida, colocadas sobre espuma de poliuretano (2.0 cm de espessura) com água (Figura 10), dentro de bandejas plásticas retangulares (30 X 20 cm).

Foram oferecidos como alimento, todos os estágios de vida de *T. urticae*, *O. ilicis*, *T. cracentiseta* e pólen de mamona e/ou taboa. As arenas de criação foram mantidas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ de UR e fotoperíodo de 12 horas.



Figura 10. Criação de *Amblydromalus limonicus* em laboratório (A e B).

Fonte: SIKORSKI, L. 2023.

4.1.3 Criação e manutenção do ácaro predador *Typhlodromus transvaalensis*

Os ácaros predadores foram mantidos em laboratório sobre arenas confeccionadas com discos de lâmina plástica, com as bordas cobertas por uma tira de tecido de algodão umedecida, colocadas sobre espumas de poliuretano (2.0 cm de espessura) dentro de bandejas plásticas circulares. Foram oferecidos como alimento, ácaros *T. cracentiseta* e pólen de mamona ou taboa. As arenas de criação foram mantidas em laboratório a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ de UR e fotoperíodo de 12 h.

4.1.4 Criação de *Diaphorina citri*

A população inicial de psíldeos da espécie *D. citri* foi procedente de insetos cordialmente fornecidos (em julho de 2022) pela Dra. Valdenice Moreira Novelli, de uma criação do inseto mantida no Centro de Citricultura “Sylvio Moreira”, do Instituto Agrônômico (IAC), no município de Cordeirópolis, SP. Os insetos recebidos foram mantidos em mudas de murta *Murraya paniculata* (L.) Jack (Rutaceae), mantidas em gaiolas em laboratório (Figura 11).



Figura 11. Criação de *Diaphorina citri* em laboratório.

Fonte: SIKORSKI, L. R. O., 2022.

4.1.5 Testes de predação de *Diaphorina citri* em laboratório

Os bioensaios de predação foram conduzidos em arenas de testes constituídas de uma folha de laranja (*C. sinensis*, cv. Pera Rio), sobre uma camada de algodão hidrófilo umedecida, no interior de uma placa de Petri (11 cm de diâmetro). Ao redor da folha foi colocada uma tira de algodão umedecida para servir de fonte de água e evitar a fuga do ácaro predador.

Em cada unidade experimental foram colocados 20 ovos de *D. citri* com até 48 h de idade, extraídos de brotações de *M. paniculata* com a ajuda de uma agulha fina, e disponibilizada para cada predador em um pedaço retangular de folha de murta (aproximadamente 1 cm de lado). Uma fêmea adulta do ácaro predador, com idade de 1 a 3 dias, foi transferida para cada unidade (Figura 7)

A unidade foi fechada, em seguida, com um filme plástico (Magipac[®]), para servir de barreira adicional para impedir a fuga do ácaro predador. Foram feitos pequenos orifícios no filme plástico com uma agulha entomológica para favorecer a aeração e evitar a condensação de água na arena. Todas as unidades foram mantidas em câmara climatizada (tipo B.O.D.) a 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa, com pouca luz (penumbra: 32 a 34 lux).

As avaliações foram realizadas a cada 24 horas por um período de quatro dias, com a contagem do número de ovos de *D. citri* atacados por *A. limonicus* (Figura 12), e o registro da sobrevivência e oviposição do ácaro predador.

O experimento foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Foram realizadas análises de regressão entre o número de ovos de *D. citri* consumidos por fêmea de *A. limonicus*, ao longo de quatro dias, assim como entre o número de ovos de *D. citri* consumidos e a taxa de oviposição por fêmea de *A. limonicus* por dia (Figura 13).



Figura 12. Ovos do psílídeo *Diaphorina citri* predados (círculo) por *Amblydromalus limonicus* na arena de teste de predação.

Fonte: SIKORSKI. L. 2023.



Figura 13. Adulto (seta) e um ovo (círculo) de *Amblydromalus limonicus* na arena de teste predação de *Diaphorina citri*.

Fonte: SIKORSKI. L. 2023.

4.2 Estudos de liberação de *Amblydromalus limonicus* em pomares cítricos

Os experimentos foram conduzidos em duas propriedades rurais isoladas, no estado de São Paulo, sendo uma delas com sistema orgânico de produção de citros e a outra com sistema de produção convencional. A escolha das propriedades foi realizada com auxílio de pesquisadores do Fundecitrus.

4.2.1 Experimento 1

O estudo para o sistema orgânico de produção foi conduzido em uma propriedade (Sítio Figueira (22°32'51" Sul, 47°03'23" Oeste) pertencente à empresa Citrus tree, com cultivo de limão-taiti (*Citrus latifolia*), localizada na Rodovia SP 340, Km 149, em Pirapitingui, no município de Mogi Mirim-SP, divisa com Artur Nogueira-SP (Figuras 14 e 15). A empresa possui um total 340 ha de área produtiva de limão-taiti orgânico, certificado, sendo o experimento conduzido em uma área de 12,5 ha de plantio. As árvores de limão foram plantadas em 2019, seu tamanho, no período do experimento chegava a 2 metros de altura aproximadamente.

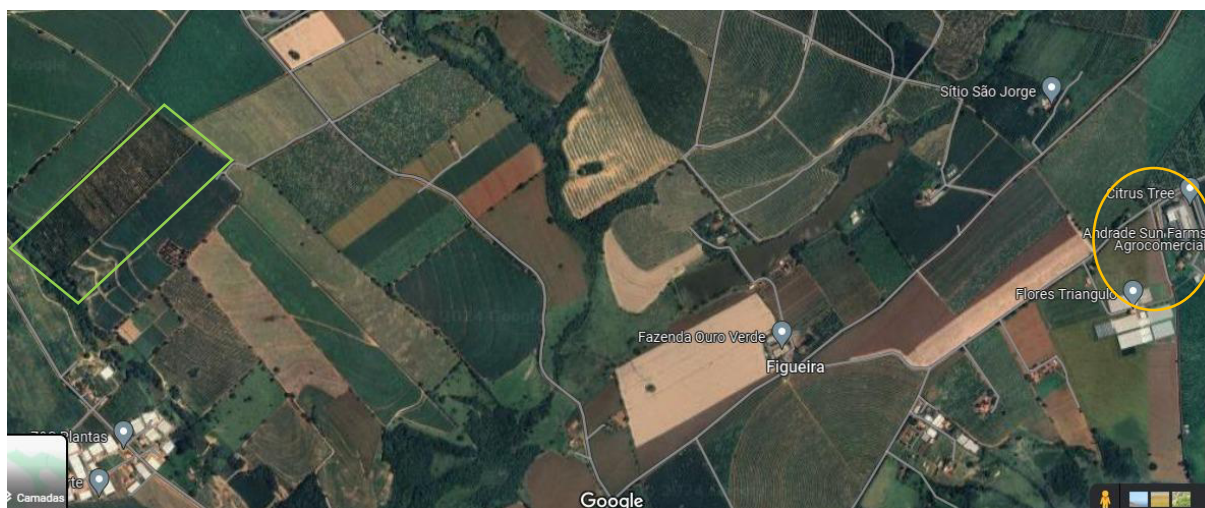


Figura 14. Área de Extensão de terra e descrição da área ao redor. No círculo: empresa Citrus Tree; e marcação em retângulo: área do Experimento 1, plantio de limão-taiti orgânico.
Fonte: Google Earth, 2024.



Figura 15. Área experimental de cultivo orgânico de limão-taiti (Sítio Figueira), município de Mogi Mirim-SP, divisa com Artur Nogueira-SP.

Fonte: SIKORSKI, L., 2023.

O experimento apresentou os seguintes tratamentos:

- 1) Área com liberação de ácaros predadores da espécie *A. limonicus*
- 2) Área com liberação de ácaros predadores da espécie *T. transvaalensis*
- 3) Área controle (Padrão do Produtor: Sem liberação de ácaros predadores)

Cada parcela experimental foi constituída de três plantas, sendo considerada útil apenas a planta central (marcada com etiqueta EVA). As duas plantas da borda da parcela foram consideradas como bordadura. Entre as linhas de cada parcela foram mantidas duas linhas de plantas de citros sem liberação de ácaros predadores. O experimento constou de três tratamentos com cinco repetições.

Após escolha do local do experimento, foi realizada pelo menos uma coleta prévia para avaliação populacional inicial de insetos e ácaros, fitófagos e predadores, presentes no pomar cítrico.

Foram realizadas liberações mensais de aproximadamente 500 fêmeas adultas de *A. limonicus* ou *T. transvaalensis* por planta marcada, totalizando 2.500 ácaros predadores por data de liberação no pomar de citros, no período de fevereiro a novembro de 2023.

As liberações foram realizadas utilizando-se recipientes (abrigo) de liberação (tubos plásticos de coloração escura, de 10 cm comprimento x 2 cm de diâmetro) contendo os ácaros predadores e alimento (ácaros *Tyreophagus*) (Figura 16), para favorecer o estabelecimento dos ácaros predadores no campo, principalmente nos períodos de escassez de alimento aos predadores. Os abrigos de liberação foram fixados nas plantas cítricas com auxílio de fita de fitilho, para evitar a queda desses abrigos (ácaros predadores e alimento) ao solo.

As avaliações foram realizadas normalmente uma semana após a data de liberação dos ácaros predadores no campo. Em cada avaliação, de cada planta marcada, foram coletadas ao acaso 16 folhas maduras de citros, totalizando 80 folhas por tratamento.

As amostras de folhas foram colocadas em sacos de papel, separados individualmente por planta (repetição), e colocados em caixas de poliestireno expandido (Isopor[®]), contendo gelo artificial, para reduzir a movimentação dos artrópodes presentes.



Figura 16. Abrigos utilizados para liberação de ácaros predadores (tubos plásticos com 10 cm comprimento x 2 cm de diâmetro, contendo ácaros Astigmata predadores): Tubo com marcação em preto para *Typhodromus transvaalensis* (A); Tubo com marcação em amarelo para *Amblydromalus limonicus* (B).

Fonte: SIKORSKI, L. 2023.

As amostras coletadas no campo foram levadas ao Laboratório de Acarologia do IB em Campinas, para a triagem dos insetos e ácaros sob microscópio estereoscópico com aumento de até 60 vezes. Todos os insetos e ácaros encontrados nas amostras foram quantificados e armazenados em álcool 70% ou absoluto.

Após observação inicial, todas as folhas foram mergulhadas em solução de água e detergente (0,01%) por pelo menos cinco minutos, com leve agitação. Após este período, foi feita a retirada das folhas e a suspensão contendo os ácaros foi passada por uma peneira de malha 400 (Figura 17). Os ácaros retidos na peneira foram transferidos para pequenos recipientes de vidro (50 mL), com auxílio de uma pipeta com álcool 70%.

No caso de ácaros, todos os indivíduos encontrados nas amostras foram montados em lâminas de microscopia, em meio de Hoyer, para posterior identificação. A identificação dos ácaros coletados no pomar foi realizada com auxílio do Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro, do Instituto Biológico.



Figura 17. Triagem de artrópodes coletados em plantas de citros, no Laboratório de Acarologia do Instituto Biológico.

Fonte: SIKORSKI, L.R.O., 2023.

Os dados de número de ácaros fitófagos e predadores das espécies mais abundantes encontradas no pomar cítrico foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias pelo teste *t*, a 5% de significância.

Foram realizadas, também, análises de correlação (Pearson) para diferentes espécies de ácaros fitófagos e predadores, encontradas em abundância nas plantas de citros dos diferentes tratamentos, visando compreender as possíveis interações interespecíficas entre esses organismos e o impacto das liberações dos ácaros predadores sobre essas interações.

4.2.2 Experimento 2

O estudo para o sistema convencional de produção foi conduzido em um pomar de laranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), da cultivar Pera Rio, localizado na Rodovia SP 340, km 133, Camanducaia, município de Jaguariúna, SP (22°40'58" Sul; 47°02'44" Oeste) (Figura 18). As árvores tinham aproximadamente quatro anos de idade, e dois metros de altura, em média (Figuras 19 e 20), no período do experimento.

Os tratamentos e as metodologias de liberação de ácaros predadores e avaliação do experimento foram os mesmos do experimento 1. A diferença principal entre os experimentos 1 e 2 foram as aplicações eventuais de defensivos químicos (inseticidas, acaricidas, fungicidas) sobre as plantas de todos os tratamentos do pomar convencional, ao longo do estudo.

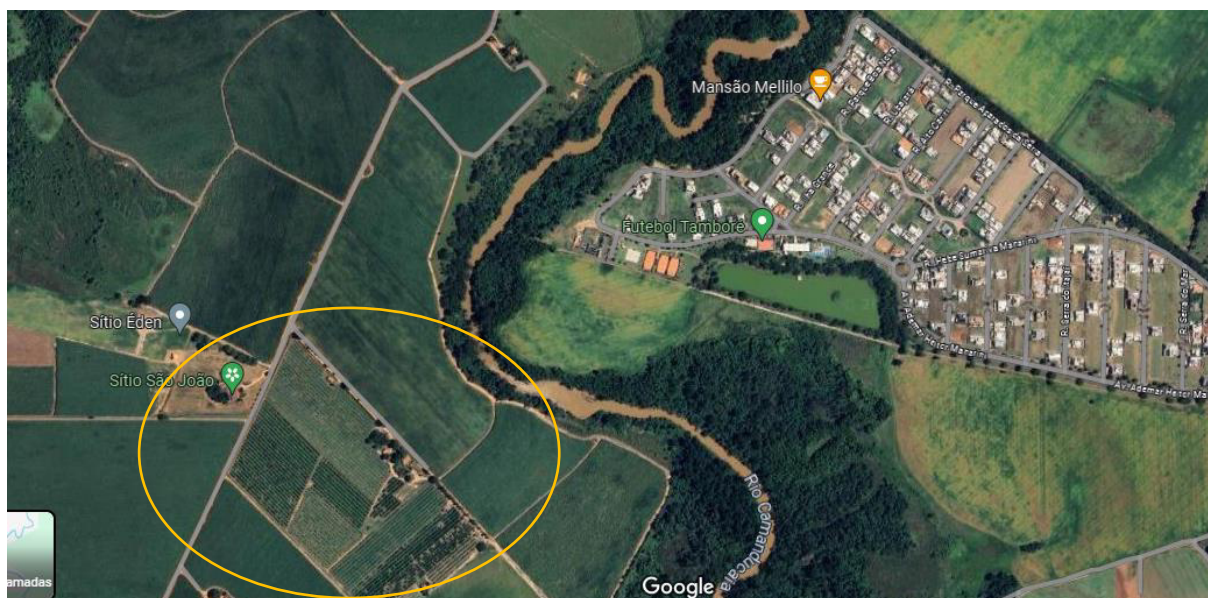


Figura 18. Área de Extensão de terra e descrição da área ao redor. Área do Experimento 2, plantio convencional de laranja.

Fonte: Google Earth, 2024.



Figura 19. Árvore e frutos do cultivo convencional de laranja, município de Jaguariúna-SP.
Fonte: SIKORSKI, L.; 2023.



Figura 20. Marcação da árvore central da parcela, município de Jaguariúna-SP.
Fonte: SIKORSKI, L.; 2023.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Capacidade de predação de *A. limonicus* sobre *D. citri* e taxa de oviposição do predador

Os testes de predação de *A. limonicus* em ovos de *D. citri* indicam elevada capacidade de predação deste ácaro predador, com consumo de 20 ovos do psíldeo por fêmea do predador, em um período de aproximadamente 96 horas (quatro dias), em arenas de folhas de citros, em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $70 \pm 10\%$) (Figura 21). A taxa diária média de consumo por fêmea do predador foi de $4,75 \pm 1,17$ ovos de *D. citri*, com um consumo máximo atingindo 7,5 ovos por fêmea por dia, no segundo dia após a exposição dos ovos do psíldeo ao ácaro predador.

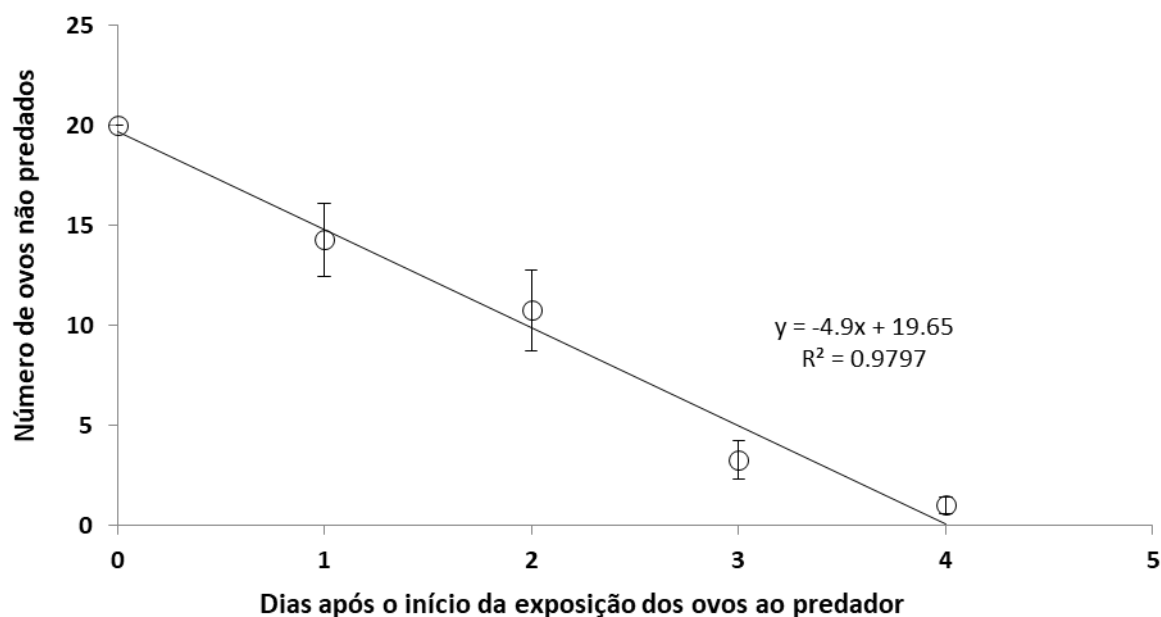


Figura 21. Predação de ovos de *Diaphorina citri* por uma fêmea adulta de *Amblydromalus limonicus*, em arena de folha de citros, ao longo de quatro dias, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 10\%$.

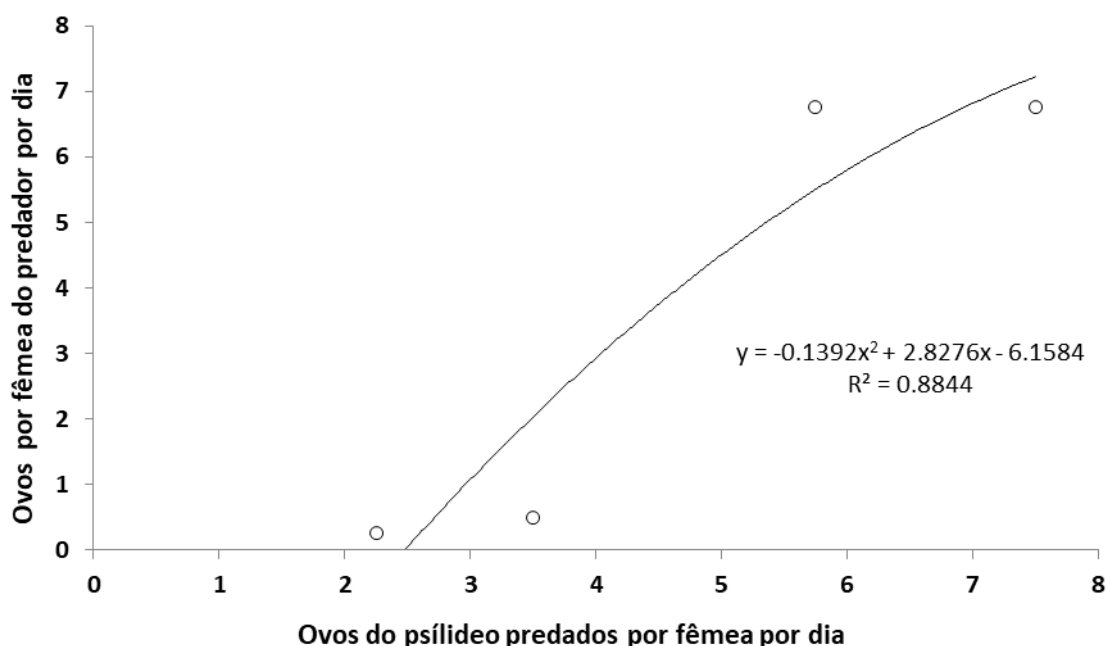


Figura 22. Relação entre a oviposição de fêmeas de *Amblydromalus limonicus* e o número de ovos de *Diaphorina citri* consumidos por fêmea do predador por dia, em arena de folha de citros, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 10\%$.

Com relação à oviposição, observou-se correlação positiva e significativa entre o número de ovos de *D. citri* consumidos e a taxa diária de oviposição por fêmea de *A. limonicus* (Figura 22). A taxa média de oviposição foi de $3,56 \pm 1,84$ por fêmea do predador por dia, quando alimentada apenas com ovos de *D. citri*. A máxima taxa de oviposição foi de 6,75 ovos por fêmea por dia, no segundo dia após o início do bioensaio de predação.

Os resultados indicam que os ovos de *D. citri* representam uma boa fonte de alimento para o ácaro predador, possibilitando o seu estabelecimento e crescimento populacional nas plantas de citros infestadas com o psílideo.

Estudos realizados com esta mesma espécie de ácaro predador indicam taxas semelhantes de oviposição, quando os ácaros foram alimentados com larvas de primeiro instar de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), com média de 3,2 ovos por fêmea por dia (Van HOUTEN et al., 1995). As fêmeas de *A. limonicus*, quando alimentados com ovos da mosca-branca *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae), ovipositaram em média 3,7 ovos por fêmea por dia a 25°C (Van HOUTEN et al., 2008), sendo bastante semelhante aos resultados obtidos no presente experimento.

Os ácaros *A. limonicus* quando alimentados com outras presas como *P. citri* e *T. urticae*, as taxas de oviposição foram inferiores, sendo respectivamente de 2,3 e 2,8 ovos por fêmea por dia (McMURTRY; SCRIVEN, 1965; Van HOUTEN et al., 2008), indicando

influência significativa do tipo de alimento na taxa de oviposição do ácaro predador. No caso de *T. urticae*, em plantas com teia, a taxa de oviposição foi reduzida para 0,4 ovos por fêmea por dia (Van HOUTEN et al., 2008).

5.2 Estudos de liberação de *A. limonicus* em pomares cítricos

5.2.1. Experimento 1

As avaliações de artrópodes presentes em plantas (amostras de folhas) de citros indicam que os ácaros (Subclasse Acari) representam o grupo mais frequente e abundante presente no pomar orgânico de limão-taiti avaliado. Foram encontrados também insetos como moscas brancas, pulgões, joaninhas, crisopídeos e psíldeos nas plantas de citros amostradas, porém, em número consideravelmente menor, não possibilitando qualquer conclusão sobre a influência da liberação dos ácaros predadores sobre esses organismos.

Foram coletados e identificados ao todo 529 ácaros (adultos), distribuídos em 16 famílias e 31 espécies. As maiores abundâncias foram observadas nas plantas do tratamento controle (sem liberação de predadores) com 208 ácaros (39,3%), seguidos do tratamento com liberação de *T. transvaalensis*, com 172 ácaros (32,51%), e do tratamento com liberação de *A. limonicus*, com 149 ácaros (28,17%) (Tabela 1).

Em termos de diversidade, o maior número de espécies de ácaros também foi observado no tratamento controle, com 23 espécies, seguido pelo tratamento com liberação de *A. limonicus* (21 espécies) e, pelo tratamento com liberação de *T. transvaalensis* (12 espécies).

Em termos gerais, o maior impacto das liberações de ácaros predadores foi observado para o tratamento com liberação de *T. transvaalensis*, com redução de 47,8% na diversidade de ácaros encontrados em folhas de citros, no período de fevereiro a novembro de 2023.

Considerando-se apenas os ácaros de maior abundância no pomar cítrico avaliado, observou-se influência de *A. limonicus* na redução populacional de *Brevipalpus* spp. e *P. oleivora*, com reduções populacionais de 45,6% e 95,6%, respectivamente (Tabela 2). Considerando-se apenas *B. yothersi*, a redução populacional foi de 75,0%, no tratamento com liberação de *A. limonicus* em relação ao controle.

No caso do tratamento com liberação de *T. transvaalensis*, observou-se 100% de redução populacional de *P. oleivora* nas folhas de limão-taiti. A capacidade de predação de

ácaros eriofídeos por *T. transvaalensis* já havia sido mencionada por Momen e Hussein (1999) e Momen e Lamloom (2021), corroborando os resultados obtidos no presente estudo.

Ao contrário do observado para *P. oleivora*, no caso de *Brevipalpus* spp., verificou-se tendência de aumento populacional de ácaros deste gênero nas plantas com liberação de *T. transvaalensis*, diferindo significativamente do tratamento com liberação de *A. limonicus*.

Para ácaros do gênero *Tetranychus*, não foram observadas diferenças significativas entre os três tratamentos avaliados, sem tendência de redução populacional após a liberação das duas espécies de ácaros predadores (Tabela 2).

No caso de ácaros predadores nativos do pomar cítrico, observou-se redução significativa na população de *E. concordis*, porém, com aumento populacional de *I. zuluagai* nas plantas com liberação de *T. transvaalensis*. Esse resultado pode estar associado à predação direta de *T. transvaalensis* sobre *E. concordis*, reduzindo a densidade populacional deste predador, favorecendo o aumento populacional de *I. zuluagai*, devido à redução da competição pela espécie de ácaro predador mais abundante no pomar cítrico (*E. concordis*).

A mesma tendência foi observada para o tratamento com liberação de *A. limonicus*, com redução populacional de *E. concordis*, porém sem diferença significativa em relação ao controle. A relação de competição entre *E. concordis* e *I. zuluagai* pode ser observada na Tabela 3, que indica correlação positiva e significativa ($r = 0,43$; g.l. = 52; $p = 0,001$) entre essas espécies, no tratamento com liberação de *A. limonicus*, indicando que as duas espécies (*E. concordis* e *I. zuluagai*) competem pelos mesmos alimentos e/ou atuam na predação direta de um pelo outro. Estudos conduzidos por Mineiro et al. (2008) também indicam interações significativas entre ácaros predadores destas duas espécies, em cafeeiro, em Garça, SP.

As duas espécies (*E. concordis* e *I. zuluagai*) apresentaram correlação significativa com *Brevipalpus* spp. e *Tetranychus* sp., em pelo menos um dos tratamentos (Tabela 3), corroborando a hipótese de competição direta por alimento entre essas espécies.

Os resultados indicam também correlação positiva e significativa entre *A. limonicus* e *E. concordis*, assim como entre *A. limonicus* e *Tetranychus* sp., indicando que as duas espécies de ácaros fitoseídeos competem pelo mesmo alimento e, provavelmente, atuam na predação direta de um pelo outro (Tabela 3).

Tabela 1. Ácaros coletados em folhas de limão-taiti, em áreas com liberação (ou não) de ácaros predadores das espécies *Amblydromalus limonicus* e *Typhlodromus transvaalensis*, no município de Mogi Mirim, SP, em sistema de produção orgânico, no período de 14/02/2023 a 27/10/2023.

Espécies	<i>A. limonicus</i>	Controle	<i>T. transvaalensis</i>	Hábito alimentar
PROSTIGMATA				
Cheyletidae		1		Predador
Bdellidae	1			Predador
Cunaxidae		1		Predador
Eriophyidae				
<i>Phyllocoptura oleivora</i>	2	37	0	Fitófago
Stigmaeidae				
<i>Agistemus</i> sp.	4	6	5	Predador
<i>Agistemus brasiliensis</i>	1			Predador
Tarsonemidae				
<i>Fungitarsonemus</i> sp.		2		Variado
Tenuipalpidae				
<i>Brevipalpus</i> sp.1	4	8	19	Fitófago
<i>Brevipalpus</i> sp.2		1		Fitófago
<i>Brevipalpus yothersi</i>	1	2	4	Fitófago
<i>Brevipalpus aff. papayensis</i>	1			Fitófago
<i>Raoiella indica</i>		1		Fitófago
Tetranychidae	1			
<i>Eutetranychus</i> sp.	1		14	Fitófago
<i>Panonychus citri</i>		1		Fitófago
<i>Tetranychus</i> sp.	41	27	48	Fitófago
Iolinidae				
<i>Parapronematus acaciae</i>	2	1	3	Variado
Tydeidae		4		
<i>Lorryia formosa</i>	3	2		Variado
Erythraeidae		1		
MESOSTIGMATA				
Phytoseiidae				
<i>Amblydromalus limonicus</i>	9	1	2	Predador
<i>Amblyseius chiapensis</i>		2		Predador
<i>Euseius concordis</i>	27	46	19	Predador
<i>Iphiseiodes zuluagai</i>	28	22	56	Predador
<i>Proprioseiopsis ovatus</i>	1			Predador
<i>Neoseiulus anonymus</i>		1		Predador
<i>Typhlodromus transvaalensis</i>		1	0	Predador
Laelapidae				
<i>Stratiolaelaps scimitus</i>	1			Predador
ASTIGMATA	1			
Acaridae				
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	18	38	2	Variado
<i>Rhizoglyphus</i> sp.	1			
Glycyphagidae				
<i>Blomia</i> sp.		2		Variado
Oripodidae	1			

Apesar da competição com outros predadores, observou-se tendência de estabelecimento e aumento populacional de *A. limonicus* na área de liberação deste predador, cuja densidade populacional foi significativamente maior nas plantas com liberação de predador em relação ao tratamento controle (Tabela 2).

Ao contrário de *A. limonicus*, não foi encontrado nenhum ácaro da espécie *T. transvaalensis* nas amostras de folhas coletadas nas plantas com liberação deste ácaro predador, ao longo do experimento, indicando maior dificuldade de estabelecimento de *T. transvaalensis* no pomar orgânico de limão-taiti em relação a *A. limonicus*. Esta dificuldade de estabelecimento do ácaro predador está provavelmente associada à competição com os outros predadores presentes no pomar cítrico.

Estudos anteriores com liberação de ácaros predadores da espécie *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) em pomares de citros, também indicaram dificuldade de estabelecimento do ácaro predador após diversas liberações visando o controle de ácaros-praga nesta cultura. Os autores associaram esta ausência de estabelecimento do ácaro predador nos pomares de citros à competição com outros ácaros predadores nativos (ex.: *Euseius* spp.), mais bem adaptados às plantas de citros e as condições ambientais do pomar cítrico (ENNES, 2017).

Tabela 2. Número médio ($\pm$ EP) de ácaros por parcela (16 folhas) em pomar orgânico de limão-taiti, em plantas de citros com (ou sem) liberação de ácaros predadores. Mogi Mirim, fevereiro a novembro de 2023.

Espécies de ácaros	Tratamento com liberação de <i>A. limonicus</i>	Tratamento com liberação de <i>T. transvaalensis</i>	Controle (sem liberação de predadores)
<i>A. limonicus</i>	0,167 $\pm$ 0,079 a	0,037 $\pm$ 0,026 b	0,019 $\pm$ 0,019 b
<i>T. transvaalensis</i>	0,000 $\pm$ 0,000 a	0,000 $\pm$ 0,000 a	0,019 $\pm$ 0,019 a
<i>Brevipalpus</i> spp.	0,111 $\pm$ 0,079 b	0,426 $\pm$ 0,204 a	0,204 $\pm$ 0,077 a
<i>Tetranychus</i> sp.	0,759 $\pm$ 0,388 a	0,889 $\pm$ 0,608 a	0,500 $\pm$ 0,226 a
<i>P. oleivora</i>	0,037 $\pm$ 0,026 b	0,000 $\pm$ 0,000 b	0,685 $\pm$ 0,322 a
<i>E. concordis</i>	0,500 $\pm$ 0,174 ab	0,352 $\pm$ 0,149 b	0,851 $\pm$ 0,392 a
<i>I. zuluagai</i>	0,519 $\pm$ 0,271 b	1,037 $\pm$ 0,408 a	0,407 $\pm$ 0,217 b

Médias seguidas por letras distintas na horizontal diferem estatisticamente entre si pelo teste *t* a 5% de significância.

Tabela 3. Relação entre os números de ácaros predadores (*Euseius concordis*, *Iphiseiodes zuluagai*) e ácaros fitófagos (*Tetranychus* sp., *Brevipalpus* spp.), por parcela (16 folhas), para diferentes tratamentos [1) Com liberação de *Amblydromalus limonicus* (Al), 2) Com liberação de *Typhlodromus transvaalensis* (Tt). 3) controle (Co) (sem liberação de predadores)], utilizando-se análise de correlação (r = coeficiente de correlação de Pearson). Mogi Mirim, SP, fevereiro a novembro de 2023.

Variável	r	g.l.	p
<i>A. limonicus</i> (Al) x <i>Brevipalpus</i> spp. (Al)	-0,0574	52	0,6800
<i>I. zuluagai</i> (Al) x <i>Brevipalpus</i> spp. (Al)	0,8819	52	< 0,0001
<i>E. concordis</i> (Al) x <i>Brevipalpus</i> spp. (Al)	0,4156	52	0,0018
<i>A. limonicus</i> (Al) x <i>Tetranychus</i> sp. (Al)	0,3395	52	0,0120
<i>I. zuluagai</i> (Al) x <i>Tetranychus</i> sp. (Al)	0,8819	52	< 0,0001
<i>E. concordis</i> (Al) x <i>Tetranychus</i> sp. (Al)	0,7766	52	< 0,0001
<i>A. limonicus</i> (Al) x <i>E. concordis</i> (Al)	0,3749	52	0,0052
<i>A. limonicus</i> (Al) x <i>I. zuluagai</i> (Al)	-0,0443	52	0,7507
<i>E. concordis</i> (Al) x <i>I. zuluagai</i> (Al)	0,4355	52	0,0010
<i>I. zuluagai</i> (Tt) x <i>Brevipalpus</i> spp. (Tt)	0,2056	52	0,1357
<i>E. concordis</i> (Tt) x <i>Brevipalpus</i> spp. (Tt)	0,4156	52	0,0018
<i>I. zuluagai</i> (Tt) x <i>Tetranychus</i> sp. (Tt)	-0,0714	52	0,608
<i>E. concordis</i> (Tt) x <i>Tetranychus</i> sp. (Tt)	0,1890	52	0,1709
<i>E. concordis</i> (Tt) x <i>I. zuluagai</i> (Tt)	0,1071	52	0,4406
<i>I. zuluagai</i> (Co) x <i>Brevipalpus</i> spp. (Co)	-0,0102	52	0,9417
<i>E. concordis</i> (Co) x <i>Brevipalpus</i> spp. (Co)	0,843	52	< 0,0001
<i>I. zuluagai</i> (Co) x <i>Tetranychus</i> sp. (Co)	-0,0434	52	0,7552
<i>E. concordis</i> (Co) x <i>Tetranychus</i> sp. (Co)	0,2695	52	0,0487
<i>E. concordis</i> (Co) x <i>I. zuluagai</i> (Co)	0,0429	52	0,7583

Os resultados indicam bom potencial de uso de *A. limonicus* em programas de controle biológico de pragas em citros, com ênfase no controle biológico de *D. citri* e algumas espécies de ácaros fitófagos. A viabilidade de uso desta espécie para o controle de *B. yothersi* e *P. oleivora* ainda precisa ser mais bem avaliada em condições de laboratório e campo.

5.2.1. Experimento 2

No pomar convencional de laranja, da cultivar Pera Rio (com aplicação de defensivos químicos), localizado no município de Jaguariúna, SP, foram coletados e identificados ao todo 306 ácaros (adultos), distribuídos em seis famílias e dez espécies. As maiores abundâncias foram observadas nas plantas com liberação de *A. limonicus*, com 124 ácaros (40,52%), seguidos do tratamento com liberação de *T. transvaalensis*, com 107 ácaros (34,97%) e do tratamento controle (sem liberação de predadores) com 75 ácaros (24,51%) (Tabela 4).

Em termos de diversidade, o maior número de espécies de ácaros também foi observado no tratamento com liberação de *A. limonicus* (9 espécies), seguido pelo tratamento com liberação de *T. transvaalensis* (6 espécies), que foi similar ao tratamento controle (6 espécies) (Tabela 4).

Em termos gerais, quando comparado ao pomar orgânico, observou-se redução na diversidade e na abundância de ácaros, em todos os tratamentos, no pomar convencional. O maior impacto das aplicações de defensivos químicos foi observado para o tratamento controle (sem liberação de ácaros predadores), com redução de 73,9% na diversidade de ácaros encontrados em folhas de citros do pomar convencional, em 2023.

As duas espécies mais abundantes de ácaros predadores no pomar convencional foram *E. concorsis* e *I. zuluagai*, seguindo o mesmo padrão observado no pomar orgânico. Apesar da aplicação de inseticidas e acaricidas no pomar convencional, não foi observada redução populacional significativa de ácaros destas espécies, em relação ao pomar orgânico.

Esta abundância relativamente elevada destas espécies de ácaros fitoseídeos no pomar convencional está provavelmente associada à evolução de resistência aos principais inseticidas e acaricidas utilizados no pomar de citros. A seleção de populações resistentes de ácaros predadores desta família a pesticidas já foi reportada para várias espécies, procedentes de diferentes cultivos agrícolas (HOY, 1982, 1985, 1990; SATO et al., 2001, 2006; QUEIROZ; SATO, 2016; HESKETH; SATO, 2023).

A baixa suscetibilidade de ácaros predadores da espécie *E. concordis* a inseticidas e acaricidas já havia sido reportada para várias populações avaliadas em pomares cítricos no estado de São Paulo (SILVA et al., 2011; ENNES, 2017; HESKETH; SATO, 2023), no entanto, não há informações na literatura sobre resistência de ácaros predadores da espécie *I. zuluagai* a inseticidas e/ou acaricidas.

Tabela 4. Ácaros coletados em folhas de laranja, em áreas com liberação (ou não) de ácaros predadores das espécies *Amblyseius limonicus* e *Typhlodromus transvaalensis*, no município de Jaguariúna, SP, em sistema de produção convencional, no período de 29/05/2023 a 30/11/2023.

Espécies	<i>A. limonicus</i>	Controle	<i>T. transvaalensis</i>	Hábito alimentar
PROSTIGMATA				
Eriophyidae				
<i>Phyllocoptruta oleivora</i>				
Tenuipalpidae				
<i>Brevipalpus</i> sp.				
Tetranychidae				
<i>Eutetranychus</i> sp.	1	1	2	Fitófago
<i>Tetranychus</i> sp.	3	5	9	Fitófago
Iolinidae				
<i>Parapronematus acaciae</i>		1		Variado
Tydeidae	1			Variado
MESOSTIGMATA				
Phytoseiidae	1			Predador
<i>Amblydromalus limonicus</i>				
<i>Amblyseius tamatavensis</i>	1			Predador
<i>Euseius concordis</i>	57	29	42	Predador
<i>Iphiseiodes zuluagai</i>	48	36	50	Predador
<i>Typhlodromus transvaalensis</i>				
Parasitidae	3		1	Predador
ASTIGMATA				
Acaridae				
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	9	3	3	Variado

A presença em abundâncias destas duas espécies de ácaros predadores, em associação com a aplicação de acaricidas químicos, mantiveram as populações de ácaros fitófagos em níveis muito baixos, não tendo sido detectada a presença de ácaros *B. yothersi* e *P. oleivora*, no pomar de laranja convencional.

A elevada abundância de ácaros predadores das espécies *I. zuluagai* e *E. concordis*, e a baixa incidência de ácaros fitófagos (e insetos fitófagos), provavelmente, foram os fatores de maior importância associados ao não estabelecimento de *A. limonicus* e *T. transvaalensis* nas plantas de citros do pomar convencional. O efeito tóxico dos defensivos agrícolas (SATO et al., 1996; POLETTI, 2002; SILVA et al., 2011) também deve ter contribuído para a não detecção de *A. limonicus* ou *T. transvaalensis*, após a liberação destes ácaros predadores, nas plantas de citros.

6. CONCLUSÕES

Os ácaros da espécie *A. limonicus* apresentam boa capacidade de predação de ovos do psilideo *D. citri*, com média diária de predação de 4,7 ovos por fêmea do predador por dia.

Os ácaros *A. limonicus* apresentam elevada taxa de oviposição quando alimentados com ovos de *D. citri*, depositando em média aproximadamente 3,6 ovos por fêmea por dia.

A liberação de ácaros predadores da espécie *A. limonicus* afeta significativamente as populações de ácaros fitófagos presentes em pomares cítricos, podendo contribuir para a redução populacional de algumas espécies como *Brevipapus* spp. e *P. oleivora*, no estado de São Paulo.

Os ácaros da espécie *A. limonicus* apresentam maior potencial de estabelecimento em pomares orgânicos de citros (limão-taiti) no estado de São Paulo, quando comparado com *T. transvaalensis*.

O uso de defensivos agrícolas, principalmente inseticidas e acaricidas químicos, afeta negativamente o estabelecimento de *A. limonicus* em plantas de citros.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULLAH, T.L.; SHOKROLLAH, H.; SIJAM, K.; ABDULLAH, S.N.A. Control of Huanglongbing (HLB) disease with reference to its occurrence in Malaysia. **African Journal of Biotechnology**, v.8, p.4007–4015, 2009.
- AGROLINK (a). Citricultura brasileira é uma das mais importantes do mundo. Matéria publicada em 08/06/2021. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/citricultura-brasileira-e-uma-das-mais-importantes-do-mundo_451256.html. Acesso em: 18 Mai. 2024.
- AGROLINK (b). Mapa altera legislação para controle e prevenção do greening, com foco em áreas mal manejadas. Matéria publicada em 11/06/2021. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/mapa-altera-legislacao-para-controle-e-prevencao-do-greening--com-foco-em-areas-mal-manejadas_451479.html. Acesso em: 09 Dez. 2021.
- AGROLINK Ácaro-da-falsa-ferrugem. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/problemas/acaro-da-falsa-ferrugem_94.html. 2024. Acesso em: 14 Jun. 2024.
- ALBUQUERQUE, F.A.; OLIVEIRA, C.A.L.; BARRETO, M. Estudos da relação entre as incidências de verrugose da laranja-doce e leprose-dos-citros em frutos de laranja-Pera. **Científica**, v.25, n.2, p.393-402, 1997.
- ANDRADE, D.J.; LOREÇON, J.R.; SIQUEIRA, D.S.; NOVELLI, V.M.; BASSANEZI, R.B. Space-time variability of citrus leprosis as strategic planning for crop management. **Pest Management Science**, v.74, n.1, p.798-1803, 2018.
- AYRES, A.J. et al.. PERGUNTAS E RESPOSTAS SOBRE O MANEJO DO GREENING. Araraquara: Fundecitrus, 2023. 23p.
- BALDWIN, E.; PLOTTO, A.; MANTHEY, J.; MCCOLLUM, G.; BAI, J.; IREY, M. et al. Effect of *Liberibacter* infection (Huanglongbing disease) of citrus on orange fruit physiology and fruit/juice quality: chemical and physical analyses. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.58, p.1247-1262, 2010. doi: 10.1021/jf9031958
- BALDWIN, E.A.; PLOTTO, A.; BAI, J.; MANTHEY, J.; ZHAO, W.; RAITHORE, S. et al. Effect of abscission zone formation on orange (*Citrus sinensis*) fruit/juice quality for trees affected by Huanglongbing (HLB). **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.66, p.2877-2890, 2018. doi: 10.1021/acs.jafc.7b05635
- BASSANEZI, R.B. **Manual de Leprose dos Citros**. Medidas essenciais de controle. Versão Atualizada. Fundecitrus: Araraquara, SP, 2019. 23 p.
- BASTIANEL, M.; NOVELLI, V.M.; KITAJIMA, E.W.; KUBO, K.S.; BASSANEZI, R.B.; MACHADO, M.A.; FREITAS-ASTÚA, J. Citrus leprosis: centennial of an unusual mite virus pathosystem. **Plant Disease**, v.94, p.284-292, 2010.
- BOVÉ, J.M. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology**, v.88, p.7-37, 2006. doi: 10.4454/jpp.v88i1.828

BRAUN, A.R.; MESA, N.C.; CUELLAR, M.E.; MELO, E.L.; MORAES, G.J. Biosystematics of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) associated with cassava. **Experimental and Applied Acarology**, v.17, p.205-213, 1993 doi:10.1007/BF00118437.

CAMARGO, J. Canal Rural. IAC quantifica impacto do greening em semente. Matéria publicada em 2015. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/laranja/iac-quantifica-impacto-greening-semente-56630/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

CHABI-JESUS, C.; RAMOS-GONZALEZ, P. L; POSTCLAM-BARRO, M; FONTENELE, R,S; HARAKAVA, R; BASSANEZI, R. B; et al.. Molecular epidemiology of citrus leprosis virus c: a new viral lineage and phylodynamic of the main viral subpopulations in the americas. **Frontiers in Microbiology**, v.12, p.641252, 2021. doi: 10.3389/fmicb.2021.641252.

CHANT, D.A.; MCMURTRY, J.A. A review of the subfamily *Amblyseiinae* Muma (Acari: Phytoseiidae): Part VI: The tribe Euseiini n. tribe, subtribes Typhlodromalina n. subtribe, Euseiina n. subtribe, and Ricoseiina n. subtribe. **International Journal of Acarology**, v.31, p.187-224, 2005. doi:10.1080/01647950508684424

CHIAVEGATO, L.G. Avaliação da potencialidade de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) na transmissão da leprose em plantas cítricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, Caxambu, MG, 1995. Anais, p.14

CHIAVEGATO, L.G.; MISCHAN, M.M. Comportamento do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) em frutos de diferentes variedades cítricas. **Científica**, v.15, n.1-2, p.17-22, 1987.

CHILDERS, C.C.; FRENCH, J.V.; RODRIGUES, J.C.V. *Brevipalpus californicus*, *B. obovatus*, *B. phoenicis*, and *B. lewisi* (Acari: Tenuipalpidae): a review of their biology, feeding injury and economic importance. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 30, p. 5-28, 2003.

CHILDERS, C.C.; KITAJIMA, E.W.; WELBOURN, W.C.; RIVERA, C.; OCHOA, R. *Brevipalpus* mites on citrus and their status as vectors of citrus leprosis. Manejo Integrado de Plagas. **Turrialba**, v.60, p.66-70, 2001.

CNA (2021). Notícias. Dia do Citricultor: Produtores de frutas cítricas garantem alimento saudável no Brasil e no mundo. Matéria publicada em 08 de junho 2021. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/dia-do-citricultor-produtores-de-frutas-citricas-garantem-alimento-saudavel-no-brasil-e-no-mundo>. Acesso em: 14.06.2024.

COLETTA-FILHO, H.D.; CARLOS, E.F.; LOTTO, L.L.; LUCIANE, F.C.; ALVES, K.C.S.; PEREIRA, M.A.R. et al. "Prevalence of *Candidatus Liberibacter* spp. in HLB-diseased citrus plants in São Paulo State, Brazil," in **Conference Proceedings of the Seventeenth International Organization of Citrus Virologists (Adana)**, v.10, p.110-115, 2007.

COORDENADORIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA (CDA). Huanglongbing - (HLB ou Greening). Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/www/programas/?/sanidade-vegetal/huanglongbing-hlb-ou-greening/&cod=26>. Acesso em: 09 Dez. 2021.

DALA PAULA, B.M.; RAITHORE, S.; MANTHEY, J.A.; BALDWIN, E.A.; BAI, J.; ZHAO, W. et al. Active taste compounds in juice from oranges symptomatic for Huanglongbing (HLB) citrus greening disease 2018.

DOMICIANO, F. Citros: IB desenvolve pesquisas para controle biológico de inseto transmissor do greening. Matéria publicada em: 12/08/2020. Disponível em: <http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/noticia/citros-ib-desenvolve-pesquisas-para-controle-biologico-de-inseto-transmissor-do-greening>. Acesso em: 17 Jun. 2024.

EMBRAPA. Citros. Matéria publicada em 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/citros>. Acesso em 14 Jun. 2024.

ENNES, M.R. **Diversidade e dinâmica populacional de ácaros em dois sistemas de produção de citros: convencional e de transição para agricultura orgânica**. 66p. Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico, São Paulo, 2017.

FAVA, M.; TROBIM, V.G.; MILAN, P.; LOPES, F.F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O retrato da citricultura brasileira**. Ribeirão Preto: MARKESTRAT: Centro de Pesquisa e Projetos em Marketing e Estratégia. 2010. 137 p. Disponível em: https://citrusbr.com/wp-content/uploads/2020/10/Retrato_Citricultura_Brasileira_MarcosFava.pdf

FISCHER, H.; ALMEIDA, J.E.M. de; LIMBERGER, C.; HARAKAVA, R.; SATO, M.E.; COSTA, V.A.; SCHOENINGER, K.; LEITE, L.G.; CHACON-OROZCO, J.G.; BALDO, F.B. The rise of bioinputs in the Brazilian agri-industry: trends, cases and hurdles. **Outlooks on Pest Management**, v.34, p.106-118, 2023.

FLAHERTY, D.L.; WILSON, L.T.; STERN, V.M.; KIDO, H. Biological control in San Joaquin Valley vineyards, pp. 501-520. In: HOY, M.A.; HERZOG, D.C. [eds.] **Biological control in agricultural IPM systems**. Academic, Orlando, FL. 1985.

FREITAS-ASTÚA, J., RAMOS-GONZALEZ, P.L., ARENA, G.D., TASSI, A.D., KITAJIMA, E.W. *Brevipalpus*-transmitted viruses: parallelism beyond a common vector or convergent evolution of distantly related pathogens? **Current Opinion in Virology**, v.33, p.66-73, 2018. doi: 10.1016/J.COVIRO.2018.07.010.

FUNDECITRUS (2017). Conheça os cuidados com a falsa ferrugem, praga que afeta os pomares com maior intensidade. Data de publicação: 03 de janeiro de 2017. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/noticias/integra/conheca-os-cuidados-com-a-falsa-ferrugem-praga-que-afeta-os-pomares-com-maior-intensidade-em-janeiro/489>. Acesso em: 16 Jun. 2024.

FUNDECITRUS (2021). Greening cresce pelo quarto ano consecutivo e alerta para necessidade de endurecimento das ações de controle. Matéria publicada em: 20 de setembro de 2021. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/noticias/integra/greening-cresce-pelo-quarto-ano-consecutivo-e-alerta-para-necessidade-de-endurecimento-das-acoes-de-controle/1083>. Acesso em: 09 Dez. 2021.

FUNDECITRUS (2024a). Ciência e sustentabilidade para a citricultura. Fundecitrus Digital. Doenças e Pragas. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/fundecitrus-digital>. Acesso em: 02 Jun. 2024.

FUNDECITRUS (2024b). Psilídeo *Diaphorina citri*. Transmissor das bactérias que causam o

greening. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/pragas/diaphorina-citri#:~:text=Recomenda%2Dse%20o%20uso%20de,e%20nas%20bordas%20dos%20talh%C3%B5es>. Acesso em: 16 Jun. 2024.

GARMAN, P.; MCGREGOR, E.A. Four new predacious mites. **Bulletin of the Southern California Academy of Sciences**, v.55, p.7-13, 1956.

GOTTWALD, T.R.; GRAHAM, J.H.; IREY, M.S.; MCCOLLUM, T.G.; WOOD, B.W. Inconsequential effect of nutritional treatments on huanglongbing control, fruit quality, bacterial titer and disease progress. **Crop Protection**, v.36, p.73-82, 2012. doi: 10.1016/j.cropro.2012.01.004

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. SP desenvolve pesquisas para controle biológico de inseto transmissor do greening. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/sp-desenvolve-pesquisas-para-controle-biologico-de-inseto-transmissor-do-greening/>. Acesso em: 16 Jun. 2024.

HALBERT, S.E.; MANJUNATH, K.L. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. **Florida Entomological Society**, v.87, p.330-353, 2004. doi: 10.1653/0015-4040087[0330:ACPSPA]2.0.CO;2

HEINZ, K.M., Van DRIESCHE, R.G.; PARELLA, M.P. **Biocontrol in protected culture**. Ball Publishing, Batavia, Illinois, USA, 2004.

HELLE, W.; SABELIS, M.W. **World crop pests: spider mites their biology, natural enemies and control**, vol. 2b. Elsevier Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands, 1985.

HESKETH, P.M.; SATO, M.E. Acaricide resistance in predatory mites of the genus *Euseius* (Acari: Phytoseiidae) and predation capacity on *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae). **Crop Protection**, v.172, p.106322, 2023.

HOY, M. A. Aerial dispersal and field efficacy of a genetically improved strain of the spider mite predator *Metaseiulus occidentalis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.32, p.205-212, 1982.

HOY, M.A. Pesticide resistance in arthropod natural enemies: variability and selection responses. In: ROUSH, RT.; TABASHK. B.E. (Ed.). **Pesticide resistance in arthropods**. New York: Chapman and Hall, 1990. p.203-236.

HOY, M.A. Recent advances in genetics and genetic improvement of the Phytoseiidae. **Annual Review of Entomology**, v.30, p.345-370, 1985.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (IEA). Balança Comercial dos Agronegócios Paulista e Brasileiro, Primeiro Trimestre de 2022. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=16031>. Acesso em: 16 Jun. 2024.

IRAC-BR (2013). Manejo da resistência de psíldeo dos citros a inseticidas. Disponível em: <https://irac-online.org/documents/resistencia-de-psilideo-dos-citros/>. Acesso em: 16 Jun. 2024.

KITAJIMA, E.W.; ALBERTI, G. Anatomy and fine structure of *Brevipalpus* mites (Tenuipalpidae) economically important plant-virus vectors. Part 7. Ultrastructural detection of cytoplasmic and nuclear types of *Brevipalpus*-transmitted viruses. **Zoologica**, v.160, p.173-192, 2014.

LOCALI-FABRIS, E.; FREITAS-ASTÚA, J.; SOUZA, A.A.; TAKITA, M.A.; ASTUÁ-MONGE, G.; ANTONIOLI-LUIZONI, R.; RODRIGUES, V.; TARGON, M.L.P.N.; MACHADO, M.A. Complete nucleotide sequence, genomic organization and phylogenetic analysis of Citrus leprosis virus cytoplasmic type. **Journal of General Virology**, v.87, p.2721-2729, 2006.

LOCALI-FABRIS, E.; FREITAS-ASTÚA, J.; MACHADO, M.A. Genus *Cilevirus*. In: KIN, A.M.Q.; ADAMS, M.J.; CARSTENS, E.B.; LEFKOWITZ, E.J. (eds) **Virus taxonomy: classification and nomenclature of viruses: ninth report of the international committee on taxonomy of viruses**. Elsevier: San Diego, 2012. p.1139-1142.

MAPA 2008. Instrução Normativa MAPA Nº 53, de 16 de Outubro de 2008. **Relatório semestral de inspeção de Cancro Cítrico e Greening**. Secretaria da Agricultura e abastecimento. Disponível em: https://sistemas.defesa.agricultura.sp.gov.br/greening/lnk_instr_ctr/lnk_instr_ctr.php. Acesso em: 10 Jun. 2023.

MAPA 2021. Portaria SDA/MAPA 317/2021. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. Portaria nº 317, de 21 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/arquivos-prevencao/portaria-3172021h1b.pdf>. Acesso em: 10 Jun. 2023.

McMURTRY, J.A. Some predaceous mites (Phytoseiidae) on citrus in the Mediterranean region. **Entomophaga**, v.22, p.19-30, 1977.

McMURTRY, J.A. The use of phytoseiids for biological control: progress and future prospects, p.23-48. In: HOY, M.A. [ed.] **Recent advances in knowledge of the phytoseiidae**. University of California Press, Berkeley, CA., 1982.

McMURTRY, J.A.; OATMAN, E.R.; FLESCHER, C.A. Phytoseiid mites on some tree and row crops and adjacent wild plants in southern California. **Journal of Economical Entomology**, v.64, p.405-408, 1971.

McMURTRY, J.A.; CROFT, B.A. Life styles of phytoseiid mites and their roles as biological control agents. **Annual Review of Entomology**, v.42, p.291-321, 1997.

McMURTRY, J.A.; SCRIVEN, G.T. Life-history studies of *Amblyseius limonicus*, with comparative observations on *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.58, p.106-111, 1965.

MESSELINK, G. J.; BENNISON, J.; ALOMAR, O.; INGEGNO, B.L.; TAVELLA, L.; SHIPP, L.; PALEVSKY, E.; WACKERS, F. L. Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. **BioControl**, v.59, p.377-393, 2014.

MINEIRO, J.L.C.; SATO, M.E.; RAGA, A.; ARTHUR, V. Population dynamics of

phytophagous and predaceous mites on coffee in Brazil, with emphasis on *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.44, p.277-291, 2008.

MINOR, M. **Phytoseiidae of New Zealand**, 2008. Disponível em: <http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/phytoseiidae/key/Phytoseiidae/Media/Html/about.htm>. Acesso em: 10 Jun. 2024.

MOMEN, F.; HUSSEIN, H. Relationships between food substances, developmental success and reproduction in *Typhlodromus transvaalensis* (Acari: Phytoseiidae). **Acarologia**, v.15, n.2, p.107-111, 1999.

MOMEN, F.M.; LAMLOM, M. Life history traits and demographic parameters of *Typhlodromus transvaalensis* reared on three eriophyid species (Acari: Phytoseiidae: Eriophyidae). **International Journal of Acarology**, v.47, n.4, 2021. <https://doi.org/10.1080/01647954.2021.1912176>

MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A. **A catalog of the mite family Phytoseiidae**: references to taxonomy, synonymy, distribution and habitat. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. 553p.

MORAES, G. J., McMURTRY, J.A., DENMARK, H. A.; CAMPOS, C.B. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. **Zootaxa**, v.434, p.1-494, 2004. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.434.1.1>

MORAES G.J., MESA N.C., BRAUN A., MELO E.L. Definition of the *Amblyseius limonicus* species group (Acari: Phytoseiidae), with descriptions of two new species and new records. **International Journal of Acarology**, v.20, p.209-217, 1994. doi: 10.1080/01647959408684019

MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A.; CAMPOS, C.B. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. **Zootaxa**, v.434, p.494, 2004.

NARDON, A.C.; NUNES, A.R.; FERREIRA, H. Entendendo a resistência de insetos a inseticidas. **Citricultura Atual**, Cordeirópolis, n. 141, p.6-10, 2024. Disponível em: <https://www.gconci.com.br/Conteudo/Pdf/Revistas/141.pdf>. Acesso em: 17 Jun. 2024.

NYROP, J.; ENGLISH-LOEB, G.; RODA, A. Conservation biological control of spider mites in perennial cropping systems, p.307-333. In: BARBOSA, P. [ed.] **Conservation of natural enemies of pest species**. Academic Press, San Diego, CA, 1998.

OSMAN, A.A.; ZOHDİ, G. Suppression of the spider mites on cotton with mass releases of *Amblyseius gossipi* (El Badry). **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, v.81, p.245-248, 1976.

PICKETT, C. H.; GILSTRAP, F. E.; MORRISON, R. K.; BOUSE, L. F. Release of predatory mites (Acari: Phytoseiidae) by aircraft for the biological control of spider mites (Acari: Tetranychidae) infesting corn. **Journal of Economic Entomology**, v.80, p.906-910, 1987.

PILKINGTON, L. J.; MESSELINK, G.; VAN LENTEREN, J. C.; LE MOTTEE, K. "Protected biological control" biological pest management in the greenhouse industry. **Biological Control**, v.52, p.216-220, 2010.

POLETTI, L. J. MESSELINK, G.; VAN LENTEREN, J. C.; LE MOTTEE, K. "Protected biological control" biological pest management in the greenhouse industry. **Biological Control**, v. 52, p.216-220, 2010.

QUEIROZ, M.C.V.; SATO, M.E. Pyrethroid resistance in *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae): cross-resistance, stability and effect of synergists. **Experimental and Applied Acarology**, v.68, p.71-82, 2016.

RAGA, A.; SATO, M.E.; CERÁVOLO, L.C.; ROSSI, A.C. Distribuição de ácaros predadores em laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v.19, p.23-25, 1996.

RAMOS-GONZÁLEZ, P. L.; CHABI-JESUS, GUERRA-PERAZA O, BRETON MC, ARENA GD, NUNES MA, KITAJIMA EW, MACHADO MA, FREITAS-ASTÚA, J. Phylogenetic and molecular variability studies reveals a new genetic clade of Citrus leprosis virus C. **Viruses**, v.8, p.153, 2016. doi:10.3390/v8060153

RAMOS-GONZÁLEZ, P.L.; CHABI-JESUS, C.; GUERRA-PERAZA, O.; TASSI, A.D.; KITAJIMA, E.W.; HARAKAVA, R.; SALAROLI, R.B.; FREITAS-ASTÚA, J. Citrus leprosis virus N: a new species of dichorhavirus causing citrus leprosis symptoms. **Phytopathology**, v.107, p.963-976, 2017. <http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-02-17-0042-R>

REIS, P.R.; TEODORO, A.V. Efeito de oxicloreto de cobre na reprodução do ácaro-vermelho-do-cafeeiro, *Oligonychus ilicis* (Mc Gregor, 1917). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.2, p.347-352, 2000.

ROCHA, C.M.; DELLA VECCHIA, J.V.; SAVI, P.J.; OMOTO, C.; ANDRADE, D.J. Resistance to spirotetramethrin in *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae) from Brazilian citrus groves: detection, monitoring, and population performance. **Pest Management Science**, v.77, n.7, p.3099-3106, 2021. doi: 10.1002/ps.6341.

RODRIGUES, J.C.V.; KITAJIMA, E. W.; CHILDERS, C. C.; CHAGAS, C. M. *Citrus leprosis virus* vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) in citrus in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v.30, n.1-3, p.161-179, 2003.

ROY, A.; HARTUNG, J.S.; SCHNEIDER, W.L.; SHAO, J.; LEON, M.G.; MELZER, M.J.; BEARD, J.J.; OTERO-COLINA, G.; BAUCHAN, G.R.; OCHOA, R.; BRLANSKY, R.H. Role bending: complex relationships between viruses, hosts and vectors related to citrus leprosis, an emerging disease. **Phytopathology**, v.105, n.7, 1013-1025, 2015.

ROY, A.; STONE, A.; OTERO-COLINA, G.; WEI, G.; CHOUDHARY, N.; ACHOR, D.; SHAO, J.; LEVY, L.; NAKHLA, M.K.; HOLLINGSWORTH, C.R.; HARTUNG, J.S.; SCHNEIDER, W.L.; BRLANSKY, R.H. Genome assembly of Citrus Leprosis Virus nucleotype reveals a close association with orchid fleck virus. **Genome Announcements**, Washington, v.4, n.1, p.1-2, 2013.

SATO, M.E.; RAGA, A.; CERÁVOLO, L.C.; ROSSI, A.C.; SOUZA FILHO, M.F. de. Toxicidade residual de acaricidas a *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, 1972 (Acari: Phytoseiidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 63, n.1, p.15-19, 1996.

SATO, M.E.; RAGA, A.; CERÁVOLO, L.C.; ROSSI, A.C.; POTENZA, M.R. Ácaros

predadores em pomar cítrico de Presidente Prudente, Estado de São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.23, p.435-441, 1994.

SATO, M.E.; SILVA, M.Z. da; SOUZA FILHO, M.F.; MATIOLI, A.L.; RAGA, A. Management of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberry fields with *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and acaricides. **Experimental and Applied Acarology**, v.42, p.107-120, 2007.

SATO, M.E.; MIYATA, T.; KAWAI, A.; NAKANO, O. Methidathion resistance mechanisms in *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acari: Phytoseiidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.69, p.1-12, 2001.

SATO, M.E.; TANAKA, T.; MIYATA, T. Monooxygenase activity in methidathion resistant and susceptible populations of *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.39, n.1, p. 13-24, 2006.

SILVA, M.Z. da; SATO, M.E.; OLIVEIRA, C.A.L. de; RAIS, D.S. Toxicidade diferencial de agrotóxicos utilizados em citros para *Neoseiulus californicus*, *Euseius concordis* e *Brevipalpus phoenicis*. **Bragantia**, v.70, p.87-95, 2011.

SILVA, M.Z. DA; SATO, M.E.; OLIVEIRA, C.A.L. de; NICASTRO, R.L. Interspecific interactions involving *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and *Agistemus brasiliensis* (Acari: Stigmaeidae) as predators of *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 65, p. 319-329, 2014.

SOUZA, R.C.S. de; PASSOS, O.S.; SASAKI, F.F.C.; RODRIGUES, V. da S. Caracterização de espécies afins e relativas do gênero *Citrus*. In: Jornada Científica, 11, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/170020/1/RG-C2-107-17-V02-Aprovado.pdf>. Acesso em: 17 Jun. 2024.

STEINER, M.Y.; GOODWIN, S. Challenges for the implementation of integrated pest management of cucumber pests in protected crops - an Australian perspective. **Acta Horticulturae**, v.731, p.309-315, 2005.

STEINER M.Y.; GOODWIN S.; WELLHAM T.M.; BARCHIA I.M.; SPOHR, L.J. Biological studies of the Australian predatory mite *Typhlodromalus lailae* (Schicha) (Acari: Phytoseiidae). **Australian Journal of Entomology**, v.42, p.131-137, 2003 doi:10.1046/j.1440-6055.2003.00344.x

SUNDERLAND, K. D., AXELSEN, J. A., DROMPH, K.; FREIER, B.; HEMPTINNE, J. L.; HOLST, N. H.; MOLS, P.J.M.; PETERSEN, M. K; POWELL, W.; RUGGLE, P.; TRILTSCH, H.; WINDER, L. Pest control by a community of natural enemies. **Acta Jutlandica**, v.72, p.271-326, 1997.

SWIRSKI, E.; DORZIA, N. Studies on the feeding, development and oviposition of the predaceous mite *Amblyseius limonicus* Garman and McGregor (Acarina: Phytoseiidae) on various kinds of food substances. **Israel Journal of Agricultural Research**, v.18, p.71-75, 1968.

TASSI, A.D.; GARITA-SALAZAR, L.C.; AMORIM, L.; NOVELLI, V.M.; FREITAS-ASTUA, J.; CHILDERS, C.C.; KITAJIMA, E.W. Virus-vector relationship in the citrus leprosis pathosystem. **Experimental and Applied Acarology**, v.71, p.227-241, 2017.

TASSI, A.D.; RAMOS-GONZÁLEZ, P.L.; SINICO, T.E., FREITAS-ASTUA, J.; KITAJIMA, E.W. Circulative transmission of cileviruses in *Brevipalpus* mites may involve the paracellular movement of virions. **Frontiers in Microbiology**, v.6, n.13, p.836743, 2022. DOI: 10.3389/fmicb.2022.836743.

TEIXEIRA, D.C.; AYRES, A.J.; KITAJIMA, E.W.; TANAKA, F.A.O.; DANET, J.L.; JAGOUEIX- EVEILLARD, S. et al. First report of a Huanglongbing-like disease of citrus in Sao Paulo State, Brazil and association of a new liberibacter species, “*Candidatus Liberibacter americanus*”, with the disease. **Plant Disease**, v.89, p.107.1, 2005. doi: 10.1094/PD-89-0107A

TIJERINA-CHAVEZ, A.D. **Biological control of spider mites (Acari: Tetranychidae) on cotton through inoculative releases of predatory mites *Metaseiulus occidentalis* and *Amblyseius californicus* (Acari: Phytoseiidae) in the San Joaquin Valley of California.** Ph.D. Thesis, University of California, Davis, CA, 1991.

Van DRIESCHE, R.G.; BELLOWS, T.S. **Biological control.** Chapman & Hall, Inc., New York, 1996.

Van HOUTEN, Y.M.; Van RIJN, P.C.J.; TANIGOSHI, L.K.; Van STRATUM, P.; BRUIN, J. Preselection of predatory mites to improve year-round biological control of western flower thrips in greenhouse crops. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.74, p.225-234, 1995. doi:10.1111/j.1570-7458.1995.tb01895.x

Van HOUTEN, Y.M.; ROTHE, J.; BOLCKMANS, K.J.F. The generalist predator *Typhlodromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae): a potential biological control agent of thrips and whiteflies. **Bulletin IOBC/WPRS**, v.32, p.237-240, 2008.

Van LENTEREN, J.C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, v.57, p.1-20, 2012.

Van LENTEREN, J.C.; WOETS, J. Biological and integrated pest control in greenhouses. **Annual Review of Entomology**, v.33, p.239-269, 1988.

WU, G.A.; JAVIER, T.; IBANEZ, V.; LÓPEZ-GARCÍA, A.; PÉREZ-ROMÁN, E.; BORREDÁ, C.; DOMINGO, C.; TADEO, F.R.; CARBONELL-CABALLERO, J.; ALONSO, R., CURK, F., DU, D.; OLLITRAULT, P.; ROOSE, M.L.; DOPAZO, J.; GMITTER JR, F.G.; ROKHSAR, D.S.; TALON, M. Genomics of the origin and evolution of Citrus. **Nature**, v.554, 2018.

XU, Y.; ZHANG, Z.Q. *Amblydromalus limonicus*: a “new association” predatory mite against an invasive psyllid (*Bactericera cockerelli*) in New Zealand. **Systematic and Applied Acarology**, v.20, n.4, p.375-382, 2015.